

**ANÁLISIS DE TRÁFICO DE DATOS EN HOGARES PARA EL INTERNET DEL TODO**



**EDISON ESTIVEN AYALA RODRÍGUEZ**

**Los Libertadores**  
Fundación Universitaria

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BOGOTÁ, D. C.  
2017**

# **ANÁLISIS DE TRÁFICO DE DATOS EN HOGARES PARA EL INTERNET DEL TODO**

**EDISON ESTIVEN AYALA RODRÍGUEZ**



**Trabajo de grado para optar El Título de Ingeniero Electrónico**

**Director:**

**John Petearson Anzola Anzola  
Ingeniero Electrónico**

**Coodirector:**

**Andres Camilo Jimenez Alvarez  
Ingeniero Electronico**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BOGOTÁ, D. C.  
2017**

## CONTENIDO

1	RESUMEN.....	9
2	INTRODUCCIÓN.....	10
3	OBJETIVOS .....	11
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4	JUSTIFICACIÓN .....	12
5	ANTECEDENTES.....	13
5.1	Towards a definition of the Internet of Things (IoT) .....	13
5.2	The Internet of People (IoP): A New Wave in Pervasive Mobile Computing.....	18
5.3	The internet of Things: Are you ready for what's coming? .....	20
5.4	Alternative Networks: Toward a Global Access to the Internet for All.....	21
5.5	A survey on Human-in-the-Loop applications towards an Internet of All.....	22
5.6	An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic 23	
5.7	Orchestration and analysis of decentralized workflows within heterogeneous networking infrastructures .....	28
6	MARCO TEÓRICO .....	29
6.1	MÉTRICAS PARA EL ANÁLISIS DE TRÁFICO EN REDES AD HOC .....	29
6.1.1	Retardo (DELAY).....	29
6.1.2	Fluctuación (Jitter) .....	29
6.1.3	Tasa de entrega de paquetes (PDF).....	30
6.1.4	Rendimiento (Throughput).....	30
6.2	PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO .....	30
6.2.1	Ad-Hoc On-DemandDistance Vector (AODV).....	31
6.2.2	AOMDV (Ad-hoc On-demand Multipath Distance Vector Routing).....	31
6.3	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL IOE.....	32
6.3.1	Los pilares del IoE .....	32
6.3.2	Conexiones en el IoE.....	33
6.3.2.1	Conexión Maquina a Maquina (M2M) .....	33
6.3.3	Diferencias entre el IoE y IoT.....	33
6.4	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROTOCOLO TCP (PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN).....	34

7	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	34
8	METODOLOGÍA.....	35
9	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	36
10	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	37
10.1	DISTRIBUCIÓN DE LOS NODOS PARA LOS PROTOCOLOS AODV Y AOMDV CON PERSONA.....	37
10.2	DISTRIBUCIÓN DE LOS NODOS PARA LOS PROTOCOLOS AODV Y AOMDV SIN PERSONA.....	44
10.3	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN PARA EL DELAY .....	49
10.4	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN PARA EL THROUGHPUT .....	51
10.5	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE JITTER.....	54
10.6	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE PDF.....	56
	CONCLUSIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEXOS .....	61



Los Libertadores  
Fundación Universitaria

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aspectos tecnológicos y sociales relacionados con el IoT.....	13
Figura 2. Mercados y partes interesadas en el IoT según IEEE. ....	15
Figura 3. Roles funcionales en el ecosistema M2M.....	16
Figura 4. Definición de IoT según la ITU.....	17
Figura 5. Convergencia Cyber-Física .....	18
Figura 6. Cyber-Physical Systems (CPS) .....	19
Figura 7. Internet de la Gente (IoP) .....	20
Figura 8. Cobertura de la red de las zonas urbanas, suburbanas y rurales: a) Mapa de cobertura de la red móvil G/3G/4G en Johannesburgo (color blanco: no hay cobertura, color rojo: señal débil, color verde: señal fuerte); b) despliegue típico de redes alternativas para un área rural insuficientemente atendida. ....	21
Figura 9. Topología para los experimentos de enlaces de cuello de botella.....	24
Figura 10. Throughput de TCP vs. Tamaño del búfer de bottleneck cuando TCP se multiplexa con cero, uno y dos flujos de vídeo.....	26
Figura 11. Topología para los experimentos de enlaces sin cuello de botella .....	26
Figura 12. Throughput de TCP vs. Tamaño del búfer sin bottleneck cuando TCP se multiplexa con cero, uno y dos flujos de vídeo.....	28
Figura 13. Plano del apartamento tomado como referencia para la obtención de datos.....	36
Figura 14. Posición de la persona (P0) y el módem (M1) en NS2 .....	38
Figura 15. Nodos simulados en la figura 14 más nodo 2 (N2) y nodo 3 (N3) .....	38
Figura 16. Nodos simulados en la figura 15 más nodo 4 (N4) y nodo 5 (N5) .....	39
Figura 17. Nodos simulados en la figura 16 más nodo 6 (N6) y nodo 7 (N7) .....	39
Figura 18. Nodos simulados en la figura 17 más nodo 8 (N8) y nodo 9 (N9) .....	40
Figura 19. Nodos simulados en la figura 18 más nodo 10 (N10) y nodo 11 (N11) .....	40
Figura 20. Nodos simulados en la figura 19 más nodo 12 (N12) y nodo 13 (N13) .....	41
Figura 21. Nodos simulados en la figura 20 más nodo 14 (N14) y nodo 15 (N15) .....	41
Figura 22. Nodos simulados en la figura 21 más nodo 16 (N16) y nodo 17 (N17) .....	42
Figura 23. Nodos simulados en la figura 22 más nodo 18 (N18) y nodo 19 (N19) .....	42
Figura 24. Nodos simulados en la figura 23 más nodo 20 (N20) y nodo 21 (N21) .....	43
Figura 25. Nodos simulados en la figura 24 más nodo 22 (N22) y nodo 23 (N23) .....	43
Figura 26. Posición del módem (M1), nodo 2 (N2) y nodo 3 (N3).....	44
Figura 27. Nodos simulados en la figura 26 más nodo 4 (N4) y nodo 5 (N5) .....	44
Figura 28. Nodos simulados en la figura 27 más nodo 6 (N6) y nodo 7 (N7) .....	45
Figura 29. Nodos simulados en la figura 28 más nodo 8 (N8) y nodo 9 (N9) .....	45
Figura 30. Nodos simulados en la figura 29 más nodo 10 (N10) y nodo 11 (N11) .....	46
Figura 31. Nodos simulados en la figura 30 más nodo 12 (N12) y nodo 13 (N13) .....	46
Figura 32. Nodos simulados en la figura 31 más nodo 14 (N14) y nodo 15 (N15) .....	47

Figura 33. Nodos simulados en la figura 32 más nodo 16 (N16) y nodo 17 (N17)	47
Figura 34. Nodos simulados en la figura 33 más nodo 18 (N18) y nodo 19 (N19)	48
Figura 35. Nodos simulados en la figura 34 más nodo 20 (N20) y nodo 21 (N21)	48
Figura 36. Nodos simulados en la figura 35 más nodo 22 (N22) y nodo 23 (N23)	49
Figura 37. Gráfica del Delay bajo el protocolo AODV .....	49
Figura 38. Gráfica del Delay bajo el protocolo AOMDV .....	50
Figura 39. Gráfica del Delay bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona.....	51
Figura 40. Gráfica del Delay bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona.....	51
Figura 41. Gráfica del throughput bajo el protocolo AODV .....	52
Figura 42. Gráfica del throughput bajo el protocolo AOMDV .....	52
Figura 43. Gráfica del throughput bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona .....	53
Figura 44. Gráfica del throughput bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona.....	53
Figura 45. Gráfica de jitter bajo el protocolo AODV .....	54
Figura 46. Gráfica de jitter bajo el protocolo AOMDV .....	55
Figura 47. Gráfica de jitter bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona.....	55
Figura 48. Gráfica de jitter bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona .....	56
Figura 49. Gráfica de PDF bajo el protocolo AODV .....	57
Figura 50. Gráfica de PDF bajo el protocolo AOMDV .....	57
Figura 51. Gráfica de PDF bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona .....	58
Figura 52. Gráfica de PDF bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona .....	58

## GLOSARIO

**AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector):** Es un protocolo que permite a los nodos encontrar rutas de comunicación con otros nodos de la red, tiene la ventaja de que estas rutas únicamente se establecen cuando un nodo (origen) quiere comunicarse con otro (destino) y evita que se formen bucles en la red.

**AOMDV (Ad hoc On-Demand Multiple Path Distance Vector):** Es un protocolo que establece múltiples rutas libres de bucles y enlaces disjuntos.

**COBERTURA:** Área determinada que abarca una topología específica de comunicaciones.

**COMUNICACIÓN:** Transmisión de señales mediante un lenguaje determinado de un emisor a un receptor.

**DELAY:** Retardo que se produce entre una emisión y recepción.

**INFRAESTRUCTURA:** Conjunto de elementos para que una actividad pueda desarrollarse de manera efectiva y correcta.

**INTERNET DE LAS COSAS (IoT):** Es la interconexión de dispositivos y administración de plataformas que habilitan el mundo inteligente a nuestro alrededor

**INTERNET DEL TODO (IoE):** Ampliación del término del Internet de las Cosas, donde se interconectan personas y máquinas.

**JITTER:** Fluctuación o desviación de una señal periódica.

**NODO:** Es un punto de intersección de varios elementos que contiene determinada información de referencia.

**PDF (Tasa de entrega de paquetes):** Relación entre paquetes entregados sobre paquetes enviados.

**RECEPCIÓN:** Es quien recibe un mensaje o una señal de alguien que transmite, ya sea un nodo o una persona.

**REDES AD HOC:** Las redes ad hoc son aquellas en las que todos los nodos relacionados en la red tienen el mismo estado, lo que significa que se pueden asociar con cualquier otro equipo que esté dentro de la red por medio del rango de enlace.

**ROUTER:** Es un equipo que brinda conectividad de red, su funcionamiento se basa en el envío de datos en un determinado momento, de una red a otra. Este proceso recibe el nombre de “encaminamiento” dado que procesa la información de origen y destino y escoge cual es la ruta más apropiada.

**TCP:** Es un protocolo de extremo a extremo orientado a la conexión fiable. Contiene dentro de sí, mecanismos para garantizar la fiabilidad, exigiendo al receptor que reconozca los segmentos que recibe.



**THROUGHPUT:** También denominado rendimiento. Es una medida que define cuantas unidades de información se pueden procesar en cierta cantidad de tiempo. Se aplica en sistemas informáticos y redes de comunicaciones. Las medidas relacionadas con la productividad de un sistema, incluyen la velocidad con la que se puede completar un trabajo en específico y el tiempo que tarda en responder, es decir, la cantidad de tiempo entre una petición de un usuario y la recepción de la respuesta.

**TRANSMISIÓN:** Es quien envía un mensaje, una señal o un paquete de datos hacia un nodo o una persona.



Los Libertadores  
Fundación Universitaria



## 1 RESUMEN

Las redes ad hoc se caracterizan por no tener un nodo central si no que todos los elementos de la red se encuentran en igualdad de condiciones y no posee una infraestructura definida. En este trabajo se hace el análisis del comportamiento del tráfico para 25 nodos los cuales simularan unos sensores ubicados en un hogar, una persona en movimiento la cual transmitirá datos a estos sensores y un modem. Por medio de los protocolos AODV y AOMDV, se puede generar un tráfico de datos, para obtener unas métricas como Jitter, Delay, PDR y throughput.



## 2 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado se refiere al tema del Internet del todo (IoE), el cual se puede definir como un concepto que nace a partir del Internet de las Cosas (IoT) y se extiende no sólo en la comunicación de objetos sino también en la interacción entre personas y máquinas, abarcando a usuarios y cualquier tipo de objeto, sin importar si es físico o virtual, con la única condición de que pueda transmitir y recibir datos. A partir de esto, podemos abarcar los siguientes tipos de comunicación:

- M2M (Máquina a Máquina)
- M2P (Máquina a Persona)
- P2P (Persona a Persona)

Debido al avance constante de la tecnología y la necesidad de querer hacer todo en cualquier lugar de una manera sencilla y ágil por medio de un dispositivo de tecnología, se hace necesario estudiar más a profundidad este tema y, con ayuda de protocolos específicos, analizar que ocurre en cada tipo de comunicación mencionada anteriormente.

Para tal fin, la presente investigación tomará como referencia las redes ad-hoc como redes inalámbricas que no dependen de una infraestructura, como routers o Access points, y las que se simularán bajo el tipo de ruteo AODV y AOMDV.

Recopilando parte de las actividades y directrices del Grupo de Investigación Aplicada en Señales y Sistemas (GUIAS) del programa de Ingeniería Electronica de la Fundación Universitaria Los Libertadores, el trabajo que se presenta a continuación, trata sobre el análisis de tráfico en redes ad-hoc con un enfoque aplicativo dentro de un apartamento, en donde cada nodo representa un elemento del mismo. Se propone analizar las métricas del delay, jitter, throughput y la pérdida de paquetes en redes con sensores distribuidos aleatoriamente en un apartamento, con el fin de poder simular los tipos de conexiones a M2M (maquina a máquina), M2P (maquina a persona) y P2P (persona a persona). Este proceso es llevado a cabo mediante modelos de simulación en NS2, cuyos resultados serán graficados para tener un análisis experimental del tráfico aproximado en un escenario con cierta cantidad de objetos conectados, brindando experiencia de usuario aplicada para el Internet del Todo.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar y entender el concepto del Internet del todo analizando el tráfico de datos que se genera en un apartamento por medio de redes ad-hoc bajo los protocolos AODV y AOMDV.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el estado del arte referente al internet del todo y el tráfico de datos.
- Realizar el diseño y estimar la ubicación de los nodos y su cobertura en un apartamento.
- Simular el código específico con filtros determinados para obtener los datos del tráfico en redes ad-hoc con los protocolos AODV y AOMDV.
- Crear una matriz con los datos recopilados
- Graficar la matriz de datos, para su visualización clara y de esta manera, realizar el análisis correspondiente.



## 4 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el Internet del Todo se ha convertido en uno de los términos más populares en la industria, conocido como la interconexión de dispositivos y personas con la administración de plataformas que habilitan el mundo inteligente a nuestro alrededor, esto quiere decir, que se genera cierto tipo de comunicación bajo protocolos específicos, entre máquina-persona, máquina-máquina, persona-persona.

Así mismo, la investigación de redes inalámbricas ad-hoc se ha basado en el análisis de los diferentes protocolos de enrutamiento incluyendo escenarios con y sin infraestructura en el que los nodos se pueden mover libremente. Se han analizado las características de cada protocolo para compararlos entre sí y de esa forma determinar cuál es el más óptimo. En ese contexto, se han propuesto simulaciones generando movimientos para cada nodo (el cual identifica tomas eléctricas, bombillos, sensores, persona y router) de forma aleatoria dentro de un espacio de trabajo definido.

Es preciso tener información más a fondo acerca de los tipos de comunicación máquina-persona, máquina-máquina, persona-máquina, por lo tanto, con el desarrollo de este trabajo de grado, el grupo de investigación aplicada en señales y sistemas (GUIAS), busca conocer más detalladamente las características de los tipos de comunicación que se pueden tener por medio del IoE, esto quiere decir, obtener y graficar datos como Jitter, Throughput, Delay y PDR, realizar el estudio correspondiente teniendo en cuenta las redes ad-hoc obteniendo sus características y viabilidades, esto debido a que el IoE se está viviendo cada vez más en todas partes del mundo y es un punto vital para el futuro de la tecnología y la disrupción digital.



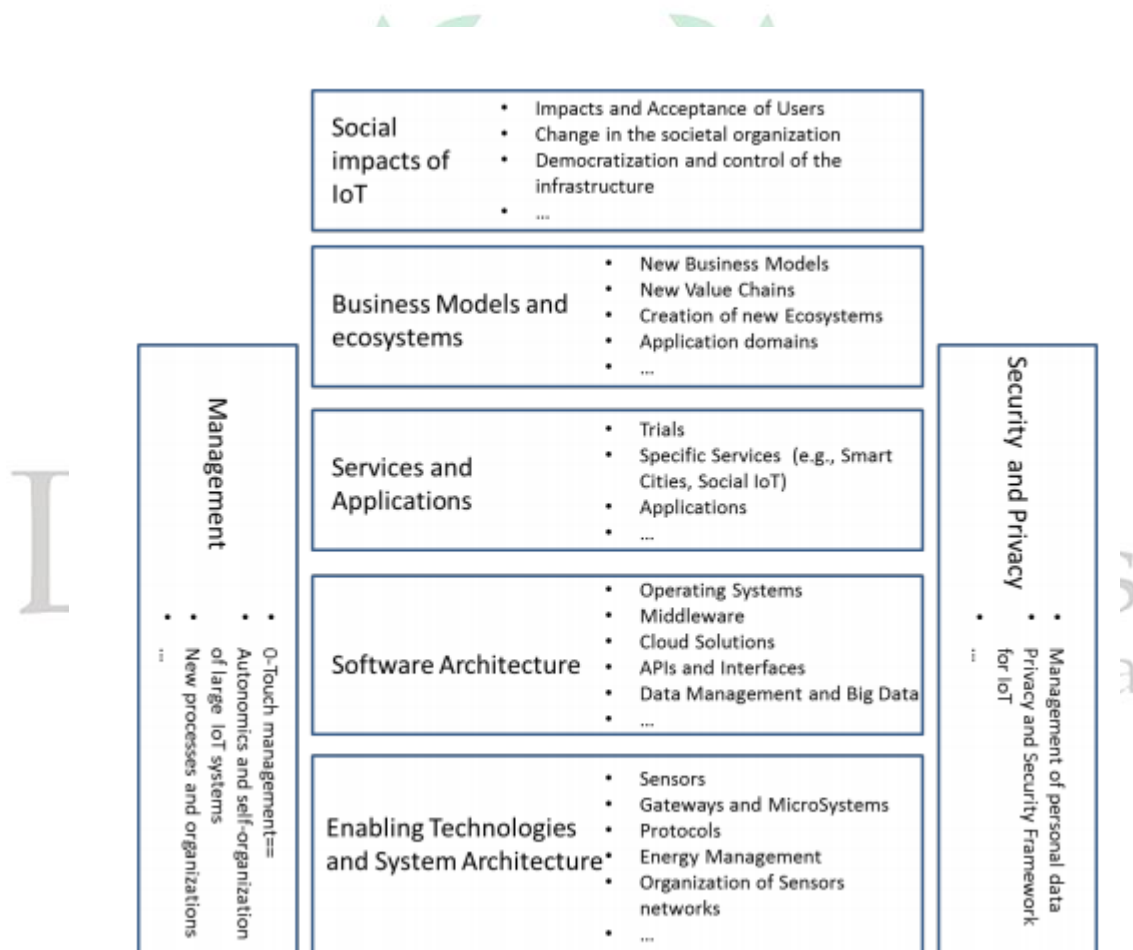
Los Libertadores  
Fundación Universitaria

## 5 ANTECEDENTES

En este apartado se destacan el estado del arte en el Internet de las Cosas, Internet del Todo, redes ad-hoc y redes no ad-hoc de la siguiente manera:

### 5.1 Towards a definition of the Internet of Things (IoT)

IoT es un concepto que integra diversos campos tanto tecnológicos como sociales, los cuales se resumen en la siguiente imagen. A pesar de la cantidad de investigaciones relacionadas con IoT, su definición aún no es el todo clara, esto porque es difícil abarcar todas las características del Internet de las Cosas, estudiar este tema con más detalle y profundidad nos ayudará a entenderlo y aplicarlo en la vida diaria.



**Figura 1.** Aspectos tecnológicos y sociales relacionados con el IoT

Fuente: R. Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi "Towards a definition of the Internet of Things (IoT), program in Telecom Italia of the specializing master in future Boadband Networks of Politecnico di Torino, 2015, p. 7

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es una tecnología importante para el Internet de las Cosas. En la Segunda Guerra Mundial, se utilizaron todos los radares descubiertos en 1935 para advertir si un avión enemigo se acercaba, pero no había manera de identificar cuales eran los aviones enemigos y cuales eran aliados o pilotos que regresaban de alguna misión. Los alemanes descubrieron que la señal de radio que se reflejaba en los sistemas del radar, si los pilotos rodaban sus aviones cuando volvían a la base, cambiaba, esto ayudaba a que se supiera si el avión pertenecía a un amigo o un enemigo. Los avances en los sistemas de comunicaciones por radar y radiofrecuencia continuaron durante los años 50 y 60. Las compañías comenzaron a vender sistemas antirrobo que usaban ondas de radio para determinar si un artículo había sido pagado o no; así mismo, se crearon sistemas de identificación de usuarios para abrir o cerrar puertas de un establecimiento y el Departamento de Energía de Estados Unidos solicitó al Laboratorio Nacional de los Alamos que desarrollara un sistema para rastrear los materiales nucleares. Un grupo de científicos pusieron un transpondedor en un camión y los lectores a las puertas de instalaciones seguras, la antena de la puerta despertaría el transpondedor en el camión, que respondería con un ID y, otros datos, como el ID del conductor.

Sistemas como los mencionados anteriormente y muchos otros, se han ido creando e implementando alrededor del mundo en todas las áreas como carreteras, puentes, túneles, entre otros.

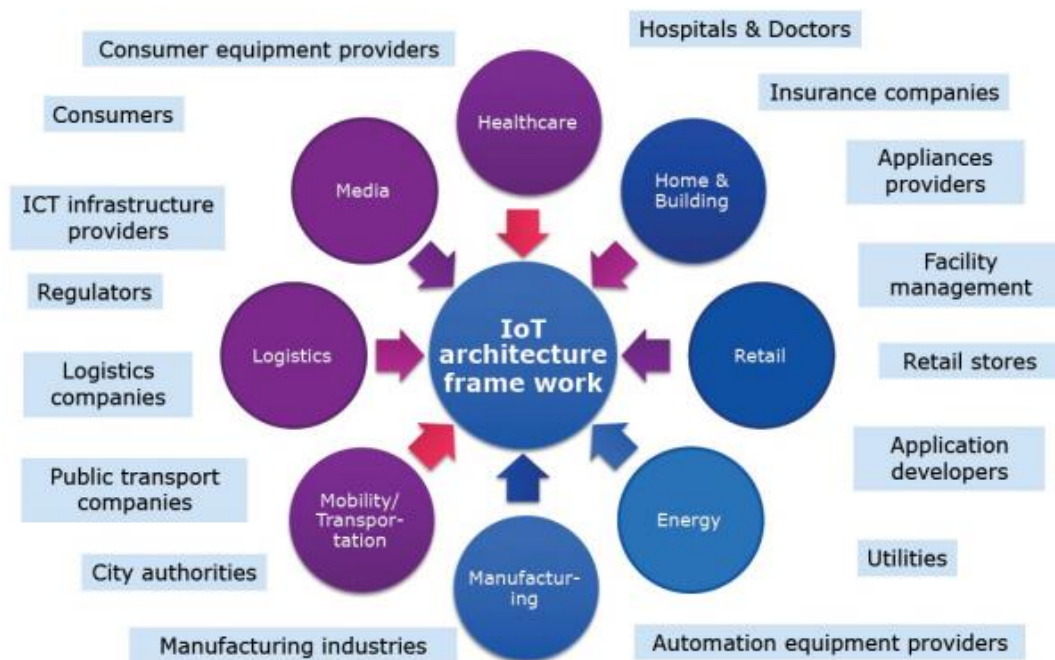
Aunque muchas organizaciones trabajan en el proceso de estandarización del IoT, nos centramos aquí en aquellos que trabajan en IoT y proporcionan una definición para ello. En consecuencia, consideramos las definiciones de IoT del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), de la UIT, del IEEE, del IETF, del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), de la Organización para el Avance de las Normas de Información Estructurada (OASIS) y el World Wide Web Consortium (W3C). Esta lista puede ampliarse en el futuro.

**IEEE:** En su informe especial sobre Internet de las Cosas publicado en marzo de 2014 (IEEE, "Internet of Things", 2014), el IEEE describió la frase "Internet de las Cosas" como: "Sensores que están conectados a Internet ". Esta declaración está escrita solo como una descripción de IoT y no como una definición oficial del concepto. La IEEE Standards Association (IEEEISA), desarrolla estándares a través de un proceso abierto que involucra a la industria y reúne a una gran comunidad de partes interesadas. Los estándares IEEE establecen especificaciones y mejores prácticas basadas en el conocimiento científico y tecnológico actual. La IEEEISA tiene una cartera de más de 900 estándares activos y más de 500 estándares en desarrollo. En su investigación sobre IoT, ha identificado más de 140 estándares y proyectos existentes que son relevantes para el IoT.

Algunos de los objetivos del grupo de trabajo IEEE en relación a este estándar son:

- Acelerar el crecimiento del mercado de IoT, teniendo en cuenta la unificación de plataformas a través de compatibilidad de sistemas.
- Definir un marco de arquitectura de IoT que cubra todos sus dominios de aplicaciones.
- Reducir la fragmentación de la industria.





**Figura 2.** Mercados y partes interesadas en el IoT según IEEE.

Fuente: R. Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi "Towards a definition of the Internet of Things (IoT), program in Telecom Italia of the specializing master in future Broadband Networks of Politecnico di Torino, 2015, p. 12

**ETSI:** ETSI produce normas a nivel mundial para las TICs (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). No menciona el concepto de Internet de las Cosas, pero sí un término similar: "Comunicación Máquina a Máquina" el cual en su documento "ETSI, Machine-to-Machine, 2010", define como:

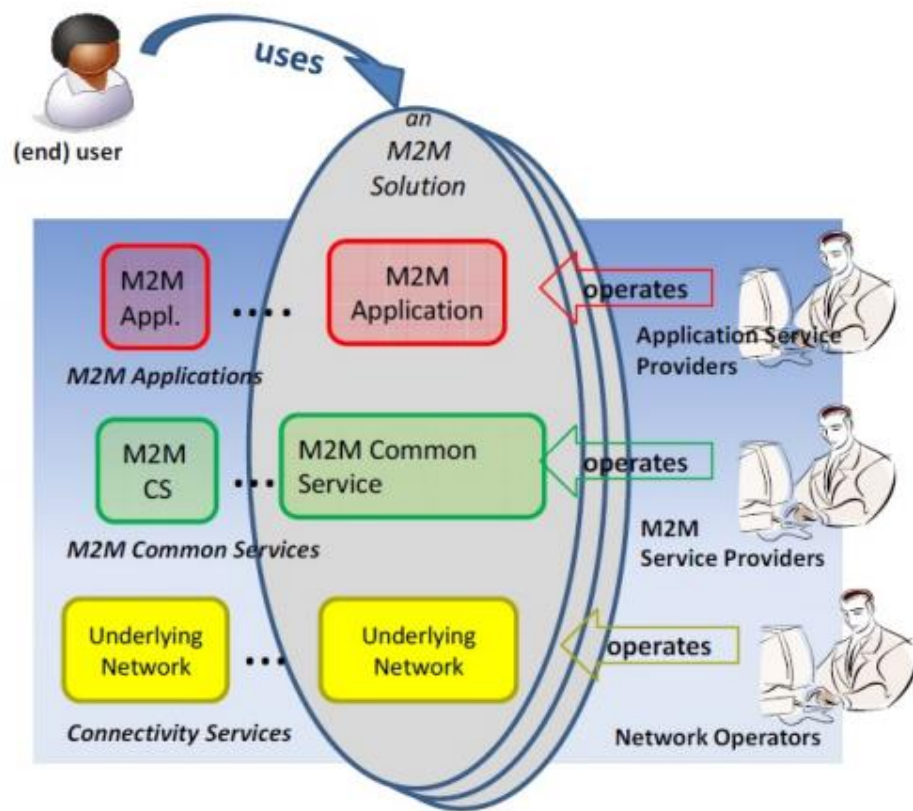
- Máquina a Máquina (M2M): Es la comunicación entre dos o más entidades que no necesitan ninguna intervención humana directa.

**OneM2M:** Es una asociación global que desarrolla estándares para comunicaciones M2M que permiten una gran implementación de M2M. Trabaja con otras organizaciones como IEEE, ETSI, Cisco, entre otros. One M2M brinda como tal una definición de IoT, sino que brinda una lista de requisitos que cumplen con la comunicación M2M en el IoT, los cuales son:

- El usuario (individual o empresa – usuario final)
- El proveedor de servicios de aplicaciones
- El proveedor de servicios M2M
- El operador de red

Los siguientes requisitos se pueden ver de manera más clara en la siguiente imagen:

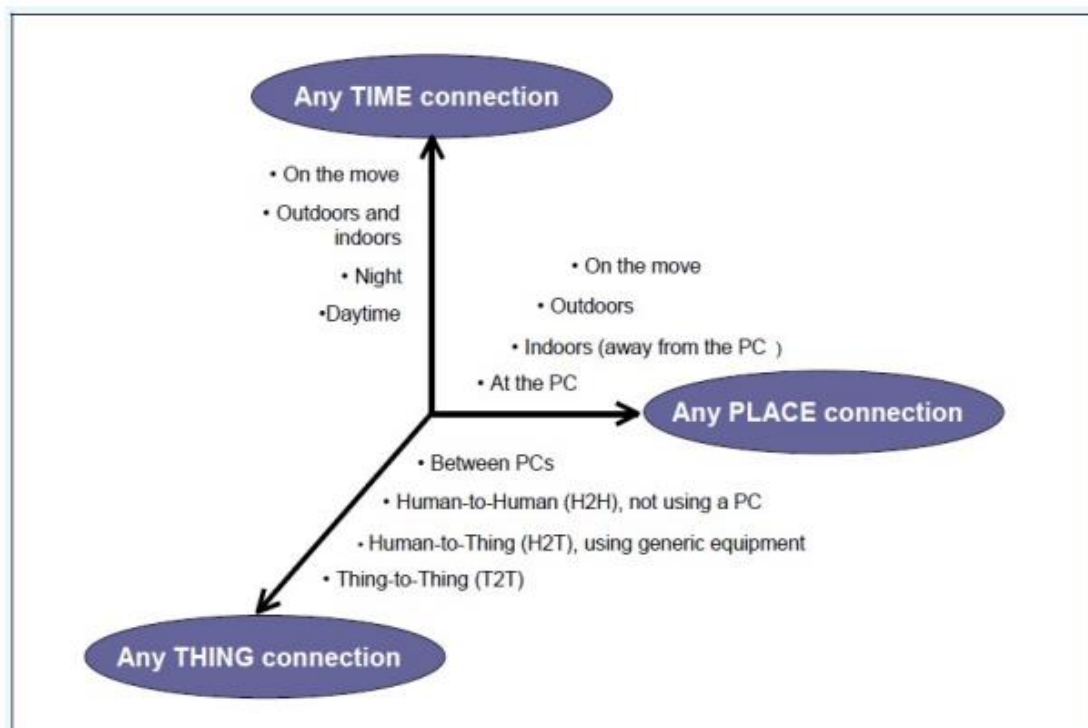




**Figura 3.** Roles funcionales en el ecosistema M2M

Fuente: R. Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi "Towards a definition of the Internet of Things (IoT), program in Telecom Italia of the specializing master in future Boadband Networks of Politecnico di Torino, 2015, p. 15

**ITU:** Es un organismo especializado de las Naciones Unidas para las TIC. En su informe IoT de 2005 (ITU, SERIES Y, 2005), describe el IoT como una "red ubicua", cuyo concepto se basa en el uso exclusivo de redes y dispositivos en la red y significa que las redes y la conectividad están disponibles en todas partes y en cualquier momento, un ejemplo claro, es la telefonía móvil.



**Figura 4.** Definición de IoT según la ITU

Fuente: R. Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi "Towards a definition of the Internet of Things (IoT), program in Telecom Italia of the specializing master in future Broadband Networks of Politecnico di Torino, 2015, p. 15

**IETF (Internet Engineering Task Force):** Es una comunidad de red de operadores, proveedores e investigadores enfocados en la evolución y operación de la internet. La definición que provee de IoT (IETF, "Internet of Things, 2010 es que su idea básica es conectar objetos a nuestro alrededor a servicios de comunicación.

**NIST (National Institute of Standards and Technology):** Es parte del Departamento de Comercio de Estados Unidos. Considera el IoT bajo el concepto de sistemas cibernéticos y brinda dos descripciones en conjunto con el "Smart America / Global Cities Challenge" y el blogger Chris Greer (NIST, "Global City Teams", 2014). El sistema de CiberFísica (CPS) y a veces denominado Internet de las Cosas, involucra la conexión de dispositivos y sistemas inteligentes en diversos sectores como el transporte, la energía, la fabricación, entre otros, cada vez más adoptado por diferentes comunidades para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de su operación y mejorar su calidad de vida.

**OASIS:** Es un consorcio no lucrativo que impulsa el desarrollo, la convergencia y la adopción de estándares mundiales tales como seguridad, IoT, cloud computing, energía, tecnologías de contenido, gestión de emergencias y otras áreas, para la sociedad de la información. OASIS describe el IoT como OASIS, "Open Protocols", 2014): "Sistema en el que internet está conectado al mundo físico a través de sensores omnipresentes".

**W3C:** Comunidad que trabaja para desarrollar estándares web. Se dirige al IoT como "Web of Things", relacionada con el IoT desde la perspectiva de aplicaciones y tecnologías web.

Define Web of Things como (W3C, “Web of Things”, sin fecha): el papel de las tecnologías web para el desarrollo de aplicaciones y servicios para el IoT, objetos físicos y su representación virtual.

## 5.2 The Internet of People (IoP): A New Wave in Pervasive Mobile Computing

La convergencia Cyber-Física, la rápida expansión de Internet y las interacciones más estrictas entre los humanos y sus dispositivos móviles avanzan hacia una Internet donde sus equipos móviles se convierten en una herramienta fundamental en el diario vivir. Esto genera un paradigma denominado Internet de la Gente, donde las personas y los dispositivos se ven como elementos activos de Internet, donde se busca lograr una conectividad de extremo a extremo de manera global.



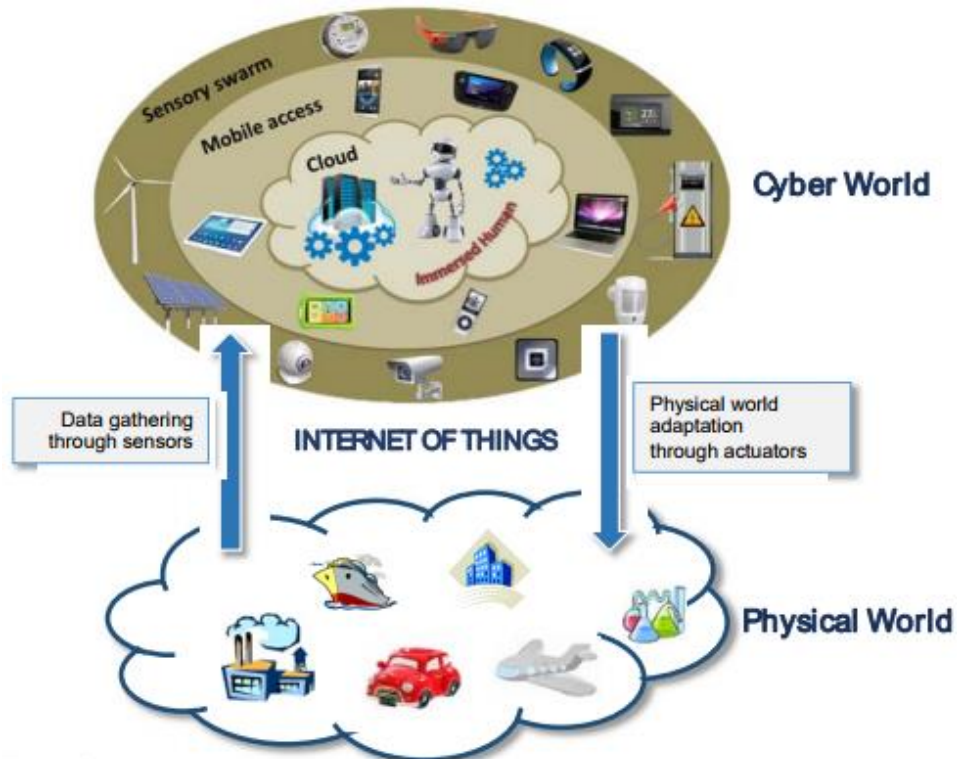
Figura 5. Convergencia Cyber-Física

Fuente: Marco Conti, Andrea Passarella, Sajal K. Das, “The Internet of People (IoP): A new wave in pervasive mobile computing, Pervasive and Mobile Computing, 2017, p. 2

Los servicios no solamente interactúan entre sí, también controlan el estado del mundo físico, donde tales interacciones pueden ser modificaciones de servicios cibernéticos o la modificación de operaciones para llevarlos a un estado deseado. La gran cantidad de dispositivos móviles y dispositivos IoT, junto con la facilidad de obtener comunicación inalámbrica, alimentan este fenómeno cada vez más, diariamente.

En la figura 6, se puede evidenciar que a través del uso de sensores difundidos en el entorno físico, la capa cibernética monitorea de manera continua el mundo físico, los datos detectados se transfieren por medio de Internet y a partir de los datos supervisados, se recolectan los conocimientos para determinar una configuración óptima y cual es la región operativa de las infraestructuras. Para terminar, por medio de actuadores la capa cibernética controla las infraestructuras físicas para que funcionen de una manera deseada.

El resultado de la convergencia y el acoplamiento de estos mundos se denomina Cyber Physical Systems (CPS).



**Figura 6.** Cyber-Physical Systems (CPS)

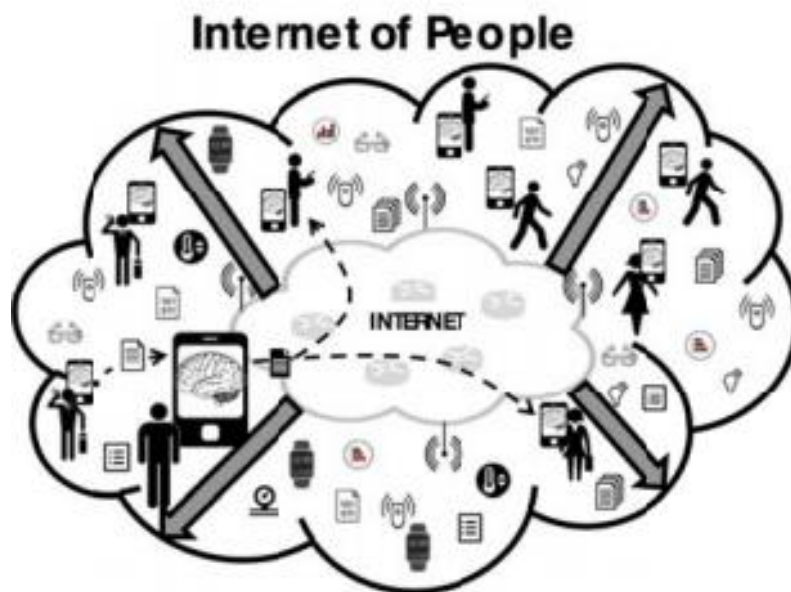
Fuente: Marco Conti, Andrea Passarella, Sajal K. Das, "The Internet of People (IoP): A new wave in pervasive mobile computing, Pervasive and Mobile Computing, 2017, p. 3

Es importante tener en cuenta el IoP como un complejo sistema socio-técnico donde los seres humanos con sus dispositivos personales son la clave de los nodos en una red y por esta razón se debe tener en cuenta el comportamiento humano como un paradigma de diseño estructural, más que como un motivo de reflexión posterior, se debe tener en cuenta el comportamiento humano y no solo los servicios y las capas de aplicación, puesto que éste comportamiento se convierte en uno de los elementos clave para diseñar las tecnologías de internet.

Los modelos de comportamiento humano suelen ser descripciones científicas bien establecidas y validadas por comunidades de investigación apropiadas. Específicamente estos diseños de IoP se diseñan teniendo en cuenta dimensiones como ciencias sociales, psicología, entre otras, y no TIC.

A futuro, el internet heredado, formado por lo que se define como Internet de infraestructura, seguirá siendo el núcleo de la red que garantiza conectividad entre dispositivos a nivel mundial, pero tendrá un camino evolutivo según las diferentes tendencias emergentes y la disrupción digital.





**Figura 7.** Internet de la Gente (IoP)

Fuente: Marco Conti, Andrea Passarella, Sajal K. Das, "The Internet of People (IoP): A new wave in pervasive mobile computing, Pervasive and Mobile Computing, 2017, p. 6

### 5.3 The internet of Things: Are you ready for what's coming?

A medida que los gerentes de muchas organizaciones buscan poder conectar procesos y servicios al campo del Internet de las Cosas (IoT), se debe saber si está listo para todo lo que trae la disrupción tecnológica y las comunicaciones en el IoT, así mismo, se debe revisar ciertas ideas que pueden haber estado pausadas durante algún tiempo, para de esta manera, aprovechar el IoT como un beneficio de la empresa

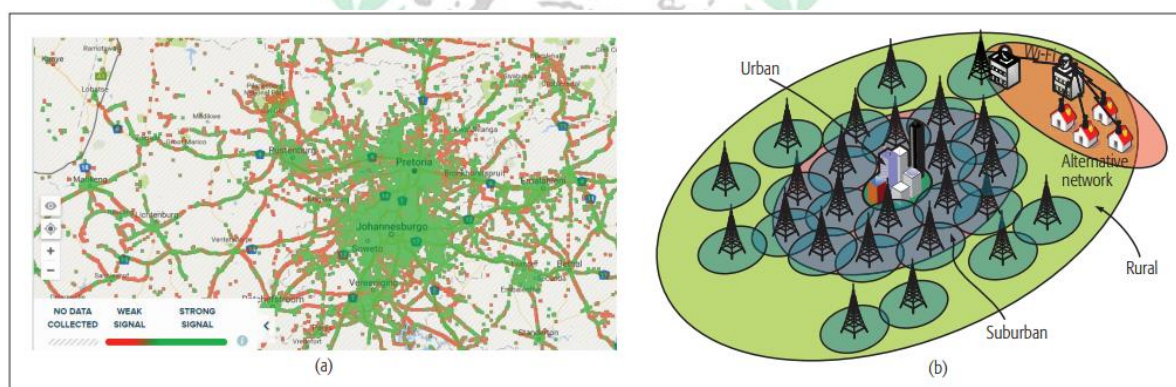
El IoT es un tema de gran interés y entusiasmo, donde gran parte está justificado. Los dispositivos y productos conectados ofrecen posibilidades y alternativas para todo, desde mantenimiento preventivo hasta nuevos servicios y modelos de negocio. El IoT no es un concepto homogéneo, sino una carta de posibilidades desde el que cada participante puede estudiar y ajustar un enfoque adecuado para sus necesidades empresariales. Se realizó un proyecto de colaboración entre las empresas WashCo, LinlCo e InterfaceCo, los cuales demostraron que una solución que sea sostenible financieramente debe contar con el apoyo de todos los participantes para permitir las condiciones a una creación de valor. Aunque las habilidades son parte de la lógica detrás de los contextos empresariales, no son suficientes. A no ser que se complementen con formas adecuadas de comunicación y confianza entre las partes. Para prepararse, los gerentes deben considerar cual será su estrategia tecnológica y digital en relación con el ecosistema de sus socios.

## 5.4 Alternative Networks: Toward a Global Access to the Internet for All

Constantemente se puede evidenciar que el Internet es omnipresente en nuestro diario vivir, una teoría que es cierta solo para las personas que tienen acceso a este servicio, aún hay miles y millones de personas desconectadas digitalmente, ya que incluir conectividad a ciertas zonas no es un buen caso comercial. La solución para estos usuarios es construir la infraestructura necesaria para obtener acceso a internet, formando grupo para compartir el costo correspondiente. Es importante conocer las características de los diferentes despliegues de redes alternativas que han surgido en los últimos años con el objetivo de buscar proporcionar servicios de Internet en lugares donde no existe. El grupo de investigación “Acceso Global a Internet para Todos” del grupo de Trabajo sobre Investigación en Internet, donde todos los autores participan activamente, está interesado en documentar estos despliegues emergentes.

### CLASIFICACIÓN DE REDES ALTERNATIVAS:

El grupo GAIA Research Group clasificó los diferentes tipos de redes alternativas para, de esta manera, clasificar las redes existentes, como se muestra en la imagen a continuación:



**Figura 8.** Cobertura de la red de las zonas urbanas, suburbanas y rurales: a) Mapa de cobertura de la red móvil G/3G/4G en Johannesburgo (color blanco: no hay cobertura, color rojo: señal débil, color verde: señal fuerte); b) despliegue típico de redes alternativas para un área rural insuficientemente atendida.

Fuente: Jose Saldana, Andrés Arcia-Moret, Arjuna Sathiseelan, Bart Braem, Ermanno Pietroseoli, Marco Zennaro, Javier Simó-Reigadas, Ioannis Komnios, Carlos Rey-Moreno “Alternative Networks: Global Access to the Internet for All, 2017, p. 4

### TIPOS DE REDES ALTERNATIVAS:

- Redes comunitarias: Son redes autogestionadas a gran escala que se construyen y organizar de manera no centralizada y abierta. Crecen orgánicamente, debido a que se generan nuevos enlaces cada vez que se agrega un anfitrión.

- Proveedores de servicios de internet inalámbricos (WISP): Entidades comerciales que utilizan tecnologías inalámbricas para crear la infraestructura necesaria para proporcionar servicios de internet y/o voz sobre IP.
- Infraestructura compartida: En numerosas ocasiones los operadores pueden ser reacios a desplegar infraestructuras de red en áreas grandes que son escansamente pobladas, sin embargo, si una comunidad de usuarios ya tiene la red puede ser compartida con un operador, lo cual es beneficioso para cualquier parte relacionada.
- Enfoque Crowdsourced: Corresponde a un conjunto de enrutadores cuyos propietarios tienen intereses comunes (compartir conectividad, recursos, periféricos) independientemente de su ubicación física. Estos enfoques se basan en esta idea: Un enrutador doméstico aloja una red inalámbrica para el propietario y otra red inalámbrica para el acceso compartido, ofreciendo determinado ancho de banda a cualquier usuario que se encuentre en esa área.

## 5.5 A survey on Human-in-the-Loop applications towards an Internet of All

Los equipos y aparatos están cada vez más interconectados, dando origen a un “Internet de las Cosas” que se puede usar para el soporte de tipos de sistemas ciber-físicos (CPSs). Aunque muchas CPS son aplicaciones centradas en el ser humano, siendo este parte esencial del sistema, se cree que la mayoría de estos sistemas consideran al ser humano un elemento externo e impredecible en el bucle de control. Para que los sistemas respondan mejor a las necesidades de las personas, las futuras CPS necesitan reforzar un vínculo más estrecho con el elemento humano, a través de controles humanos en el lazo que tomen en cuenta las intenciones de las personas, es decir, sus estados psicológicos, emociones y acciones inferidas a través de la sensibilidad de datos. Esta área es una agrupación de enfoques multidisciplinarios, pero carece de una comprensión general de los requisitos subyacentes, los principios y la teoría.

En los últimos años se ha estado experimentando una oleada de avance tecnológico que culmina en muchas invenciones humanas revolucionarias. A medida que esta disrupción digital se desarrolla, nosotros experimentamos un nuevo tipo de revolución. Las personas tenemos el poder de ampliar nuestros dispositivos tradicionales y darles algunas capacidades de inteligencia y comunicación. Esta idea se inició con una visión de una “Internet de las Cosas” (IoT), donde la indentificación por radiofrecuencia permite el etiquetado de objetos cotidianos para ser identificados y administrados por computadoras. Con el tiempo, la evolución del IoT permitió que fuéramos más allá de solo identificar e integrar recursos computacionales en algunos objetos, haciendo nuestro alrededor “inteligente”, involucrando bombillos, microondas, máquinas de café, entre otros, conectados fácilmente a internet. Según estudios de Gartner, IoT tendrá 26 millones de dispositivos conectados en 2020.



Debido a lo anteriormente mencionado, se tiene el concepto de sistemas físicos cibernéticos (CPS), el cual consiste en detectar y controlar fenómenos físicos a través de dispositivos interconectados que trabajan juntos para alcanzar algún objetivo en común. Las CPS representan una unión de robótica, redes de sensores inalámbricos, computación móvil e IoT para lograr un contexto monitoreado, controlable y adaptable. El IoT y las CPS son términos muy relacionados pero impulsados por grupos diferentes. El IoT tiene un enfoque más informático, buscando desarrollar la inteligencia en dispositivos, interfaces, servicios, entre otros, integrando sistemas y la interoperabilidad de comunicaciones. Por otro lado, CPS tiene una perspectiva desde la ingeniería, enfocándose en el control y monitoreo de entornos y fenómenos físicos a través de sistemas de detección y actuación conformados por dispositivos informáticos acoplados en sus funciones hacia un entorno físico, esto hace que las CPS necesiten interdisciplinariedad y una base en abstracciones matemáticas que modelen fenómenos físicos para aplicar la tecnología en la solución de problemas físicos, involucrando también conceptos de IoT.

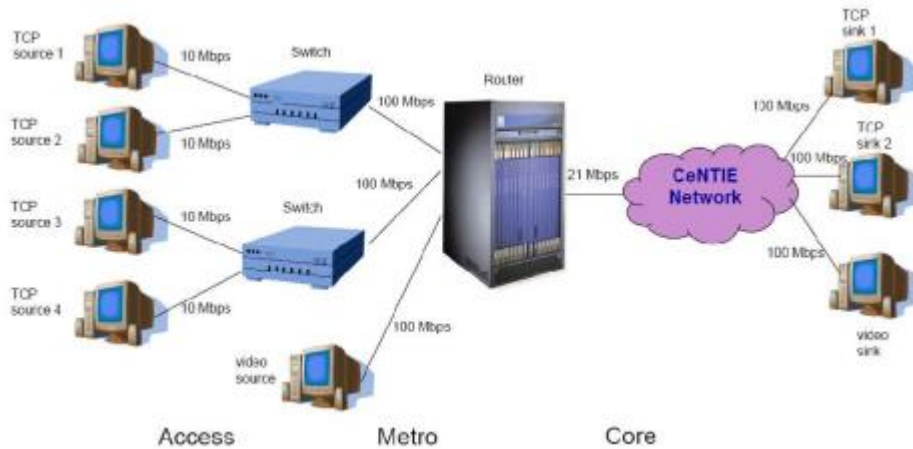
Se espera que en el futuro, las personas combinarán elementos de sensores inalámbricos, robótica, tecnología móvil e IoT para lograr ambientes controlables y adaptables. Se comienza a entender por qué actualmente las aplicaciones CPS basadas en IoT aún no integran completamente el componente humano para lograr una Internet del Todo (IoE): seres humanos, cosas y robots. Hay muchos aspectos técnicos y éticos, que generan limitaciones no resueltas aún por la investigación. La confiabilidad en la adquisición de datos, inferencia de estado y actuación, son cuestiones que despiertan gran importancia para los sistemas IoE verdaderos e indican cómo llegar a un punto de inflexión en la evolución de la tecnología. Más que tener sistemas IoT y CPS inteligentes que controlan nuestro entorno, estos sistemas deben adaptarse a la voluntad humana.

En un sentido muy real, se puede estar a poco de lograr una especie de enganche suprahumano en nuestro ambiente, una idea que en años pasados no se podía concebir.

## **5.6 An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic**

Los resultados a cerca del encaminamiento del búfer del enrutador de internet, tienen la sugerencia de que cuando el tráfico TCP está bien calculado, los enrutadores de internet requieren alrededor de 20-30 búferes de paquetes para realizar transferencias casi máximas, independiente de las capacidades de enlace y la cantidad de flujos TCP. A continuación se evaluará la hipótesis mencionada anteriormente a través de experimentos en una red de larga distancia en Australia. Específicamente para diversos volúmenes de tráfico de video en tiempo real, se cuantifica el rendimiento de TCP de extremo a extremo y la pérdida de tráfico.

- **TAMAÑO DEL BUFFER EN LOS ENLACES CON CUELLO DE BOTELLA:**



**Figura 9.** Topología para los experimentos de enlaces de cuello de botella

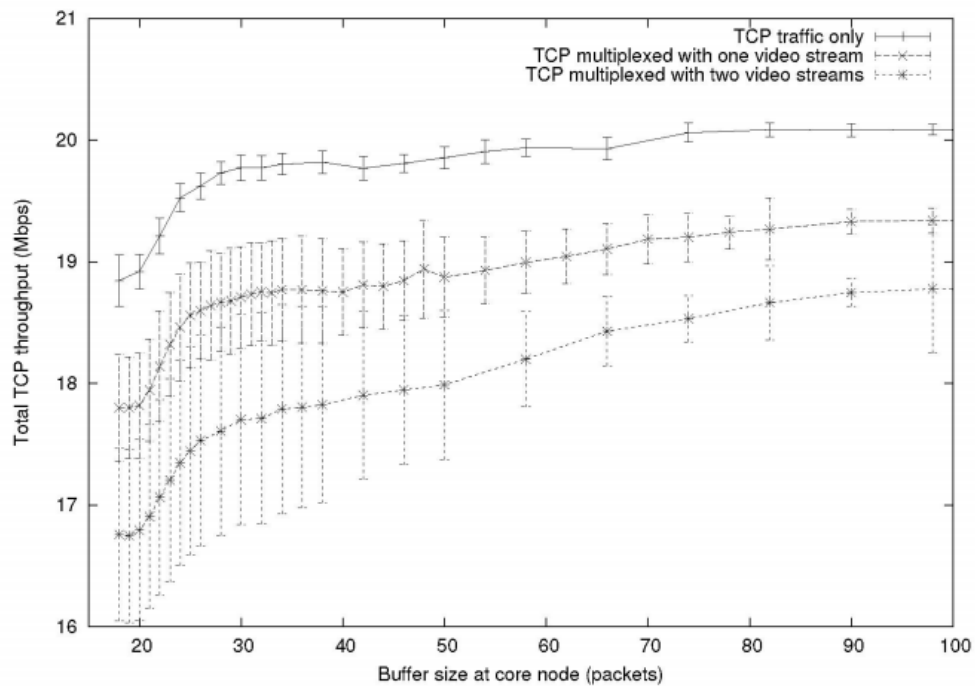
Fuente: Gajendra Hari Prakash Theagarajan, Sivakumar Ravichandran, Vijay Sivaraman "An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic, 2006, p. 2

En la figura 9, se estudia el impacto que tiene el tamaño del búffer con respecto a los enlaces de bottleneck o cuello de botella. La topología representada simula una red con enlaces de acceso, metro y núcleo donde cuatro PCs que ejecutan FreeBSD versión 6.0 se usan para generar tráfico TCP. Los puertos Ethernet de cada equipo tienen una velocidad de 10 Mbps y se considera que modela el tráfico TCP de 10 usuarios cada uno con una conexión de banda ancha de 1Mbps en una casa. El tráfico de los 4 equipos se agrega en el metro utilizando switches Cisco Catalyst 3750, alimentando el enrutador central a través de enlaces de metro de 100Mbps. También, la alimentación en el core del enrutador es un PC que ejecuta Windows XP y que genera tráfico de vídeo en tiempo real, representativo del tráfico en tiempo real en la red metro que proviene de una organización con enlaces de alta velocidad o muchos usuarios corriendo streaming de aplicaciones. El enrutador central es un equipo marca Cisco 7204VXR, con tres interfaces de entrada operando a 100Mbps y una interfaz de salida que se controla por medio de software. El enlace de salida se conecta a la red CeNTIE, una red australiana de investigación transcontinental en Sydney, Canberra, Melbourne y Perth. El tráfico en tiempo real que se genera en Sydney acaba en Perth, con dos PC corriendo FreeBSD proporcionando el tráfico TCP y una máquina con Windows XP proporcionando el tráfico de vídeo. Todos los equipos mencionados anteriormente se encuentran en Sydney, Australia.

El enlace entre el enrutador y la red CeNTIE (Central) se convierte en el bottleneck para los experimentos realizados y el tamaño del búfer en la interfaz del enrutador en el rendimiento de TCP se analiza para diversos volúmenes de tráfico de vídeo. El ancho de banda del enlace central es de 21Mbps cuyo búfer mínimo es de 210 Kbits, que para paquetes de 1500 bytes corresponde a un aproximado de 18 paquetes.

Se llevaron a cabo experimentos basándose en la configuración descrita anteriormente, los cuales fueron:

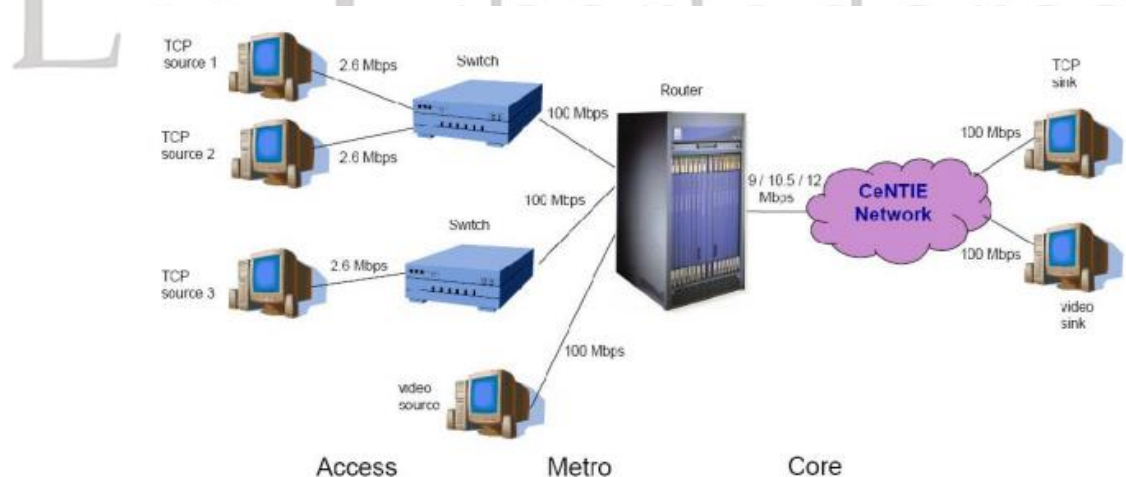
1. Se generó tráfico TCP y el proceso agregado de los 40 flujos TCP que comparten el enlace del core del cuello de botella operando a 21 Mbps, esto como una función del tamaño del búfer del bottleneck (en paquetes). Se registró el throughput en un intervalo de 10 minutos cada 10 segundos. En la figura 10, se puede observar el promedio de la tasa de agregación TCP (curva superior) así como las barras de desviación estándar. Se puede afirmar que el rendimiento del TCP está cada vez más cerca a la saturación conforme aumenta el tamaño del búfer. Para obtener el 98% del throughput de saturación (20,8 Mbps) no se requiere más de 27 paquetes de buffering. Esto se puede atribuir a la estimulación de los paquetes de TCP cuando están en la conexión central debido a velocidades de enlace de acceso más bajas.
2. La curva del medio de la figura 10, representa al segundo experimento en el que ahora se agrega solo un flujo de video en el enrutador central y comparte el enlace de salida con los flujos TCP. De esta manera, en el enlace de bottleneck, el tráfico de video constituye alrededor del 6% del tráfico total en bytes. En este caso, el throughput de TCP se mide (como en el caso anterior) a intervalos de 10 segundos durante 10 minutos y muestra una desviación estándar indicada por barras de error en la curva. No es inesperado que la varianza sea tan alta, debido a que la intensidad del tráfico de vídeo cambia ampliamente con el tiempo, sin embargo, el rendimiento promedio de la curva de TCP tiene una tendencia suave. El rendimiento máximo alcanzado es de 19,32 Mbps, y para alcanzar el 98% de este rendimiento de saturación, se requieren alrededor de 48 buffers de paquetes, que es mucho mayor que los 27 necesarios en el paso anterior en ausencia del flujo de video. La forma de la curva también muestra que el aumento del TCP agregado a la saturación no es tan rápido como lo fue el tráfico solo de TCP, lo que indica que la presencia de tráfico en tiempo real puede negar el paso de los paquetes TCP y esto hace que se requieran buffers más grandes para obtener la misma parte de máximo rendimiento.
3. La curva inferior de la figura 10 corresponde al tercer experimento en el que se añadieron dos secuencias de vídeo en el enrutador central, lo que aporta alrededor del 12% del tráfico total en el enlace del cuello de botella. El rendimiento de TCP se representa con las barras de error que indican la desviación estándar en la curva. El rendimiento agregado de TCP máximo es de 18,76 Mbps, y alcanzar el 98% de este rendimiento requiere alrededor de 62 buffers de paquetes. A medida que aumenta la proporción de tráfico que no es TCP, el throughput de TCP incrementa a su valor de saturación más lento como una función del tamaño del búfer de bottleneck, es decir, a medida que aumenta el tráfico en tiempo real en la red, el tráfico de TCP (aunque pase por enlaces de acceso a la red) requiere de buffers más grandes para lograr un rendimiento cercano a la saturación.



**Figura 10.** Throughput de TCP vs. Tamaño del búfer de bottleneck cuando TCP se multiplexa con cero, uno y dos flujos de vídeo.

Fuente: Gajendra Hari Prakash Theagarajan, Sivakumar Ravichandran, Vijay Sivaraman "An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic, 2006, p. 4

#### • TAMAÑO DEL BÚFER EN LOS ENLACES SIN CUELLO DE BOTELLA:



**Figura 11.** Topología para los experimentos de enlaces sin cuello de botella

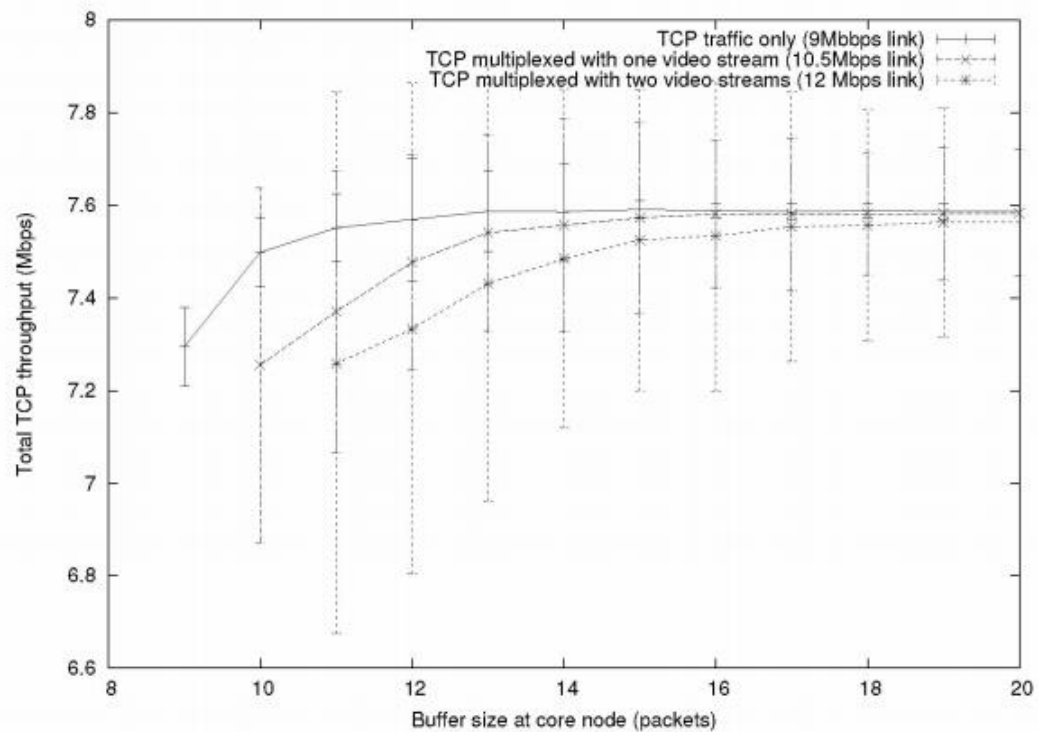
Fuente: Gajendra Hari Prakash Theagarajan, Sivakumar Ravichandran, Vijay Sivaraman "An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic, 2006, p. 5

Se puede afirmar que muchos de los enlaces principales en internet están sobreprovisionados y es poco probable que sean cuellos de botella, es decir, la carga ofrecida puede no ser lo suficientemente alta como para llenar la capacidad del enlace durante largos rangos de tiempo. Si los enlaces de la columna vertebral de la alta capacidad no son cuellos de botella, únicamente necesitan un número muy pequeño de buffers para recoger las llegadas de paquetes transitorias. Sin embargo, se debe evaluar si este pequeño número de buffers en los enlaces que no tienen bottlenecks se ve afectado por la inclusión del tráfico en tiempo real. La topología para realizar este experimento se puede evidenciar en la figura 11, el enlace del core debe ser de alta capacidad y los buffers muy pequeños. Teniendo en cuenta el Cisco 7204VXR, para hacer el búfer pequeño (8-10 paquetes), la tasa de enlace debe establecerse entre 9-12 Mbps (para paquetes de 1500 bytes). La baja velocidad del enlace del núcleo reduce las velocidades de enlace de acceso para no saturar el enlace central y hacer que se vuelva un bottleneck. Teniendo en cuenta que las velocidades de las interfaces Ethernet de los PCs no se pueden reducir de 10Mbps, se generó un tráfico UDP periódico desde cada PC que consume una capacidad de enlace de acceso constante de 7 Mbps, dejando alrededor de 2,6 Mbps para las corrientes TCP de cada PC, esto asegura que los streams de TCP queden bloqueados en los enlaces de acceso. Tres PCs en Sydney generan 4 flujos TCP cada uno, para un total de 12 flujos que multiplexan en el enlace principal. Como en el experimento anterior, el tráfico de vídeo se introduce en el core y modela un agregado de tráfico en tiempo real de las redes. El tráfico de TCP y vídeo se introduce en las PCs de Perth a través de la red CeNTIE.

Se llevaron a cabo experimentos basándose en la configuración descrita anteriormente, los cuales fueron:

1. Solo el tráfico TCP es multiplexado en el enlace del core. Los streams de TCP son cuellos de botella a aproximadamente 2,5 Mbps en los enlaces de acceso, para un total de 7,6 Mbps en el momento en que alcanzan el enlace central, el cual se establece en 9 Mbps (esto corresponde a una carga alrededor del 85%). La curva superior en la figura 12 enseña que se necesitan 9-10 buffers para un rendimiento de TCP de 7,4 Mbps.
2. Se introduce una secuencia de vídeo en el router. El flujo de vídeo tiene un promedio de velocidad de 1,3 Mbps y para acomodar este tráfico, el ancho de banda del enlace principal aumenta 1,5 Mbps para mantener la carga del enlace. La curva media de la figura 12 representa el rendimiento agregado de TCP para varios tamaños del búfer (las barras de error indican la desviación estándar) y muestra que se necesitan más buffers para alcanzar el rendimiento de saturación (7,6 Mbps). Por ejemplo, alcanzar 7,4 Mbps requiere 11-12 buffers, un número mayor que cuando el enlace del core solo lleva tráfico TCP.
3. Dos flujos de video se multiplexan con el tráfico TCP en el enlace principal. La tasa del enlace del core aumentó a 12 Mbps para mantener una carga de aproximadamente el 85%. La curva inferior de la figura 12 representa el throughput de TCP para varios tamaños de búfer. Alcanzar un rendimiento de 7,4 Mbps requiere 13 buffers en este caso, lo que indica que el requisito del búfer es directamente proporcional a el tráfico del video.





**Figura 12.** Throughput de TCP vs. Tamaño del búfer sin bottleneck cuando TCP se multiplexa con cero, uno y dos flujos de vídeo.

Fuente: Gajendra Hari Prakash Theagarajan, Sivakumar Ravichandran, Vijay Sivaraman "An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic, 2006, p. 6

Específicamente, para diferentes volúmenes de tráfico de video en tiempo real en la red, cuantificamos el rendimiento de TCP de extremo a extremo y la pérdida de tráfico, ya que los tamaños de búfer del router en los enlaces de cuello de botella y sin cuello de botella varían. Según los resultados con los experimentos realizados anteriormente, se puede concluir que incluso en presencia de un tráfico en tiempo real de 5-15%, TCP requiere memorias intermedias de router más grandes para lograr una fracción dada según su rendimiento de saturación. Sin embargo, los buffers más grandes conducen a mayores pérdidas para el tráfico en tiempo real. Esto sugiere que el tráfico TCP y el tráfico no-TCP pueden impactar negativamente entre sí, y sus compromisos de rendimiento deben tenerse en cuenta al dimensionar el tamaño de los buffers para un router.

## 5.7 Orchestration and analysis of decentralized workflows within heterogeneous networking infrastructures

Este proyecto aplica la herramienta de flujo de trabajo de redes de borde Newt a glujos de trabajo descentralizados en redes inalámbricas heterogéneas dinámicas. Se realiza en base a trabajos previos aplicando un prototipo Newt a un escenario de respuesta a emergencias y extendiéndose de dos maneras: se aplica Newt a un caso de uso mucho más avanzado que modela el complejo procesamiento causal distribuido y las interacciones; en segundo lugar, se aplicó gráficos de conversación con determinada

ventana de tiempo para analizar el flujo de trabajo distribuido. Además del caso anterior de uso de la recuperación de desastres, se aplicó Newt a la orquestación de Hamlet de William Shakespeare al distribuir a los actores a través de una red inalámbrica y hacer que los actores conversen sus líneas como mensajes descentralizados de comunicación entre un actor y otro a medida que avanza la obra. Se construyeron y analizaron modelos de gráficas de conversación para el flujo de trabajo de Hamlet mediante la comparación de un modelo de base a priori y una estimación post facto resultante de mediciones de adyacencias conversacionales de red durante la ejecución del flujo de trabajo.

## 6 MARCO TEÓRICO

### 6.1 MÉTRICAS PARA EL ANÁLISIS DE TRÁFICO EN REDES AD HOC

#### 6.1.1 Retardo (DELAY).

En las redes existen diferentes métricas asociadas a el rendimiento de un sistema, cuando se habla de Delay, nos referimos al retardo que se genera al enviar una traza de paquetes de un punto a otro, existen diferentes causas por las cuales se puede generar un retardo. El retardo de procesamiento se refiere al tiempo que tarda una red en analizar el paquete y determinar a donde debe ser enviado, el retardo de buffer se refiere al tiempo que demora en ser transmitido un paquete generando filas de paquetes, retardo de transmisión se genera en el tiempo que demora la red en enviar un tamaño de bits por un paquete y su fórmula se puede dar como:

$$d = \frac{S}{N}$$

Donde:

N: El numero de Bits

S: El tamaño del paquete

d=Retraso

El retardo de propagación depende de la distancia que exista de un punto a otro y se formula de la siguiente forma:

$$PD = d/s$$

Donde:

d=Distancia

s=Velocidad de propagación

#### 6.1.2 Fluctuación (Jitter)

El Jitter es un efecto que se da en las redes no orientas a la comunicación y se basa en la división de paquetes. Como la información se reparte en paquetes donde cada uno puede seguir diferentes rutas para llegar a un destino.



En las redes, no es posible que los paquetes tomen la misma ruta para llegar al nodo destino, por lo tanto, cada paquete llegara al destino con un retardo diferente estas variaciones de retardo son conocidas como Jitter. Es un parámetro que permite conocer que tan variable es la red de estudio, a mayor jitter mayores variaciones de latencia en la red.

### 6.1.3 Tasa de entrega de paquetes (PDF).

Es la relación que existe entre el número de paquetes entregados exitosamente al nodo destino sobre el número de paquetes enviados por el nodo fuente, donde se obtiene la tasa de perdida de paquetes. Esta métrica nos garantiza la fiabilidad de la red, ya que a mayor sea el índice mayor es la confiabilidad de la red, esta métrica se define como:

Ecuación 1. PDR

$$Indice_{PDR} = \frac{T_r}{T_s}$$

Dónde:

$T_r$  es el número total de paquetes recibidos por el nodo de destino y  $T_s$  es el número total de paquetes enviados por el nodo fuente.

### 6.1.4 Rendimiento (Throughput).

El rendimiento se determina como el promedio de éxito de entrega de un paquete sobre la red, también se conoce como la tasa de satisfacción de transmisión y se define por la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Throughput

$$Throughput = \frac{\sum T_{PR} \times 8}{T_{Ts} \times 1000}$$

Dónde:

$T_{PR}$  Es el número total de paquetes recibidos por el nodo de destino y  $T_{Ts}$  es el tiempo total de la simulación.

## 6.2 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Una red ad-hoc móvil o MANET es una colección de nodos móviles que comparten un canal inalámbrico sin ningún control centralizado establecido, por lo tanto, no tienen routers fijos. Estos nodos pueden actuar como sistemas finales y enrutadores al mismo tiempo. Al actuar como enrutadores, descubren y mantienen rutas a otros nodos en la red. La topología de la red ad-hoc depende de la potencia de transmisión de los nodos y la ubicación de los nodos móviles, que pueden cambiar. Uno de los principales problemas en la red ad hoc es la entrega eficiente de paquetes de datos a los nodos móviles donde la topología no está predeterminada ni la red tiene control centralizado. Por lo tanto, debido a la topología que cambia con frecuencia, el enrutamiento en redes ad-hoc puede verse como un reto

### **6.2.1 Ad-Hoc On-Demand Distance Vector (AODV).**

El protocolo AODV se basa en los protocolos DSR y DSDV, es un protocolo reactivo en el cual los nodos mantiene una tabla de enrutamiento para los destinos ya conocidos, la tabla se forma con los nodos mas cercanos, pero puede ser ampliada al momento que los nodos deseen comunicarse con un nodo que no este dentro de su tabla de enrutamiento.

AODV utiliza menos ancho de banda y de procesamiento, ya que no realiza el envío de paquetes a menos que sea necesario, posee una buena adaptación a los cambios de topología en la red adecuando las rutas a los cambios, pero ningún nodo es capaz de reconocer la topología de la red ya que solo tienen conocimiento de los nodos con los cuales necesita comunicarse.

Este protocolo usa un método de descubrimiento de rutas en modo emisión (broadcast), el cual intercambia mensajes de solicitud de ruta (RREQ, route request) y mensaje de respuesta de ruta (RREP, route reply). En la búsqueda de rutas se definen dos fases, la creación del camino de retorno, que establece la cantidad de caminos posibles desde el nodo origen al nodo destino el cual es trazado por los mensajes RREQ, y la creación del camino de ida, la cual es la ruta definida por los paquetes del nodo origen al nodo destino.

- Fase 1: Creación del camino retorno

Esta fase se inicia cuando un nodo origen desea transmitir paquetes a un nodo destino del cual no se tiene una ruta en la tabla de enrutamiento. Se genera un mensaje RREQ y los nodos vecinos lo reciben y lo reenvían hasta llegar al nodo destino, los nodos almacenan los registros de mensaje para no volver a retransmitir el mismo y no sobrecargar la red.

- Fase 2: Creación del camino de vuelta

Cuando el nodo destino recibe el mensaje RREQ se genera una ruta valida hacia el nodo origen y se envía un mensaje RREP, este mensaje se envía al nodo origen de forma unicast o punto a punto, para escoger la mejor ruta se aplica por el menor número de saltos.

- Fase 3: Mantenimiento de la ruta:

Este protocolo se basa sobre los mensajes HELLO que se envían de forma periódica para que anuncie a los vecinos su pertenencia a la red, de tal manera se realiza el monitoreo de la ruta, cuando un nodo detecta un fallo de enlace, difunde por emisión un mensaje de error de ruta (RERR, route error), el nodo origen reinicia la búsqueda de la ruta si aun desea tener conectividad con el nodo destino de la misma.

### **6.2.2 AOMDV (Ad-hoc On-demand Multipath Distance Vector Routing)**

Es una extensión del protocolo AODV para el cálculo de caminos múltiples y disjuntos. Las entradas de enrutamiento para cada destino contienen una lista de los saltos siguientes junto con los recuentos de salto correspondientes. Todos los saltos siguientes tienen el

mismo número de secuencia. Esto ayuda a mantener un seguimiento de una ruta. Para cada destino, un nodo mantiene el recuento de saltos anunciado, que se define como el recuento máximo de saltos para todas las rutas, que se utiliza para enviar anuncios de ruta del destino. Cada anuncio de ruta duplicado recibido por un nodo define una ruta alternativa al destino

La libertad de bucle está asegurada para un nodo aceptando rutas alternativas al destino si tiene un recuento de salto menor que el conteo de salto anunciado para ese destino. Debido a que se utiliza el recuento de salto máximo, el recuento de saltos anunciado por lo tanto no cambia para el mismo número de secuencia. Cuando se recibe un anuncio de ruta para un destino con un número de secuencia mayor, se reinicializa la lista de salto siguiente y el conteo de salto anunciado.

AOMDV se puede utilizar para encontrar nodos disjuntos o vínculos de rutas disjuntas. Para esto, cada nodo no rechaza inmediatamente REQs duplicados. Cada RREQs que llega a través de un vecino diferente de la fuente define un nodo camino disjunto. Esto se debe a que los nodos no pueden ser RREQs duplicados de difusión, por lo que dos RREQs que lleguen a un nodo intermedio a través de un vecino diferente del origen no podrían haber recorrido el mismo nodo. En un intento de obtener varias rutas con enlaces disjuntos, el destino responde a REQs duplicadas, el destino sólo responde a RREQs que llegan a través de vecinos únicos. Después del primer salto, los RREPs siguen los caminos inversos, que son nodos separados y por lo tanto enlaces separados. Las trayectorias de cada RREP pueden intersectarse en un nodo intermedio, pero cada una toma una trayectoria inversa diferente a la fuente para asegurar la disociación del enlace. La ventaja de usar AOMDV es que permite que los nodos intermedios respondan a RREQs, mientras siguen seleccionando rutas disjuntas. Pero, AOMDV tiene más overheads de mensaje durante el descubrimiento de ruta debido a un aumento de inundación y ya que es un protocolo de enrutamiento de rutas múltiples, el destino responde a los múltiples RREQ esos resultados están en más gastos generales.

## 6.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL IOE

El internet del todo consiste en reunir los siguientes elementos, personas, objetos, datos y procesos para conseguir que las redes sean mas sofisticadas y valiosas.

### 6.3.1 Los pilares del IoE

El internet del todo se fundamenta en cuatro pilares importante los cuales son:

- Personas:

Las personas se conectan para interactuar socialmente por medio de dispositivos conectados a una red, y todos los elementos que usamos en el día a día están cambiando la forma de ver las cosas.

- Objetos

Culquier objeto físico que se conecte a la red y entre si, estos equipos se conectan y recolectan mas datos, lo que los hace muy importantes para ayudar a las personas y maquinas.

- **Procesos**

Los procesos se ejecutan entre los demás pilares del IoT, con los procesos correctos todas las acciones adquieren un valor extra, estas conexiones proporcionan la información correcta en el momento indicado y a la persona correcta.

- **Datos**

Los datos representan la información que generan las personas y los objetos, la recolección de los datos genera una información adicional a las personas y a las maquinas, lo cual hace que se tomen mejores decisiones y se obtengan mejor resultados.

### **6.3.2 Conexiones en el IoE**

#### **6.3.2.1 Conexión Maquina a Maquina (M2M)**

Este tipo de conexión se da cuando se realiza una transferencia de datos entre una máquina u “objeto” a través de una red, las máquinas incluyen una variedad de sensores, robots, computadoras y móviles, este tipo de conexiones se denominan internet de las cosas, un ejemplo muy claro de M2M es la conexión de un auto que emite la señal a un sensor en su hogar el cual se encarga de hacer la apertura del garaje cuando se acerca.

#### **Conexión Maquina a Persona (M2P)**

Este tipo de conexión se genera cuando una máquina como un móvil, computador, o equipo digital le transfiere alguna información o datos a una persona. Estas conexiones M2P facilitan a la persona a que tome decisiones fundamentadas ya que se tiene unos datos previos y una manipulación de información. Las acciones que toman las personas completan el ciclo de retroalimentación del IoE.

#### **Conexión Persona a Persona (P2P)**

Este tipo de conexión se presenta a menudo ya que es la relación cotidiana y al momento de difundir un video, hacer uso de móviles y redes sociales, estas redes P2P se denominan “colaborador”.

### **6.3.3 Diferencias entre el IoE y IoT**

La diferencia que existe entre el IoE y el IoT básicamente es que en el internet de las cosas se enfocan más en el tipo de conexión M2M, tomando como objetivo tratar de conectar y darle una cierta automatización a las cosas, en el internet del todo se empieza a ver los diferentes tipos de conexiones M2M, M2P, P2P con el fin de interconectar todo lo posible y

llegar a avances para empresas, industrias y cualquiera que tenga la posibilidad de conectarse a internet.

#### **6.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROTOCOLO TCP (PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN)**

TCP (Protocolo de Control de Transmisión) es un protocolo de extremo a extremo orientado a la conexión fiable. Contiene dentro de sí, mecanismos para garantizar la fiabilidad, exigiendo al receptor que reconozca los segmentos que recibe. La red no es perfecta y un pequeño porcentaje de paquetes se pierden en el camino, ya sea debido a un error de red o debido al hecho de que hay congestión en la red y los routers están dejando paquetes. Cada vez es más importante para TCP reaccionar a una pérdida de paquetes y tomar medidas para reducir la congestión. TCP asegura la fiabilidad iniciando un temporizador, cada vez que envía un segmento. Si no recibe un acuse de recibo del receptor dentro del intervalo de tiempo de espera, entonces se retransmite el segmento.

Sus características principales son:

1. Pone los datagramas en orden cuando vienen del protocolo I
2. Multiplexa datos
3. Comienza y finaliza la comunicación amablemente

El funcionamiento de TCP se basa principalmente en tres etapas:

1. Se debe establecer la conexión
2. Transferencia de datos
3. Se termina la conexión

## **7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A lo largo de los años y gracias a los avances de la tecnología, el internet ha ido evolucionando, teniendo cuatro fases principales, las cuales son:

1. Conectividad: Esta fase inició aproximadamente hace 20 años, con el correo, navegación web y la búsqueda de contenidos.
2. Economía interconectada: Inició alrededor de los años 90, y dio el inicio a todo lo relacionado con el comercio electrónico, nuevas formas de compra y venta de todo tipo.
3. Experiencias cooperativas: Inició a principios del año 2000, basándose en medios de comunicación y la computación en la nube.
4. Internet del todo (IoE): El objetivo principal es conectar personas, objetos, procesos y datos, ampliando y experimentando nuevos avances.

El Internet del todo integra cuatro pilares importantes: personas, objetos, datos y procesos. Su objetivo principal es conectar cualquier tipo de objeto sin importar sus características, y ampliando los tipos de conexiones a M2M (maquina a máquina), M2P (maquina a persona) y P2P (persona a persona).

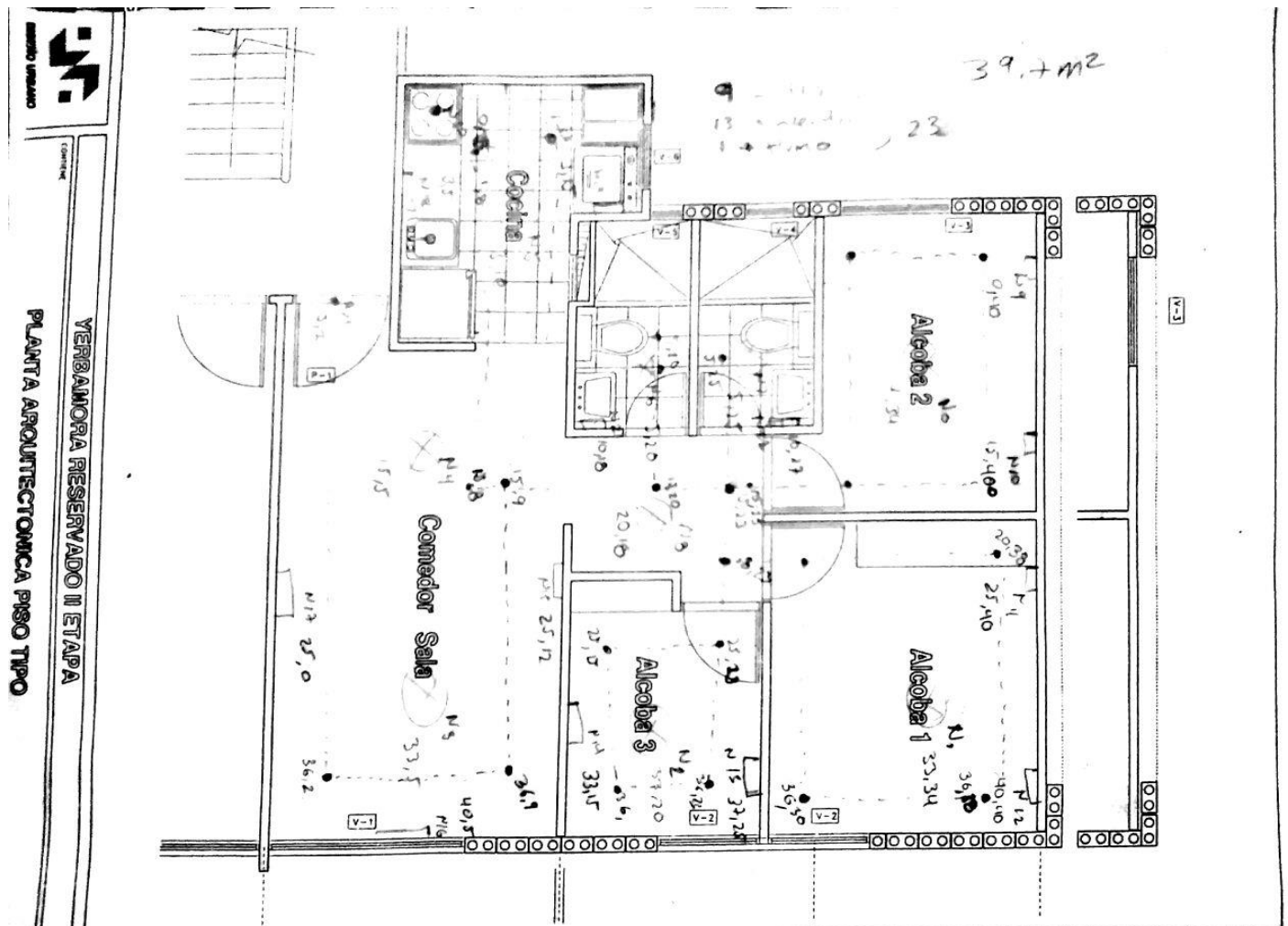
Haciendo uso del simulador NS2, se crea una cantidad determinada de nodos por medio del código python, los cuales representarán objetos dentro de un apartamento, teniendo en cuenta redes sin infraestructura o redes ad-hoc bajo dos protocolos: AODV y AOMDV. Aprovechando la cantidad de datos que nos aporta el simulador, se diseñan ciertos filtros los cuales nos proporcionan los valores de Jitter, Throughput, Delay y PDR, estos serán graficados para tener un análisis experimental del tráfico aproximado en un apartamento con 24 objetos y una persona conectados.

## **8 METODOLOGÍA**

Para obtener las diferentes métricas correspondientes a las redes sin infraestructura, se simuló un apartamento de 40m<sup>2</sup> en el que se cuenta con 24 nodos correspondientes a tomas de corriente, bombillos, sensores, persona y módem. Se trabaja un escenario en el que se refleja las redes sin infraestructura (Redes AD-HOC), para lograr una comunicación efectiva entre todas las partes de la red, es necesario que haya nodos intermedios o vecinos para comunicar uno con otro. En la figura 13 podemos evidenciar los planos del apartamento de referencia junto con la ubicación previa de los nodos.

Los Libertadores  
Fundación Universitaria





**Figura 13.** Plano del apartamento tomado como referencia para la obtención de datos.

Cada simulación es realizada bajo los protocolos AODV y AOMDV en el software NS2 y cada una tiene una duración total de 300 s, en donde una persona está recorriendo todo el apartamento mientras se efectúan las comunicaciones y hay un módem proporcionando conexión con la red Wi-Fi.

## 9 ALCANCES Y LIMITACIONES

El proyecto realizado en este documento tiene como alcance el estudio del Internet del Todo, pasando por el Internet de las Cosas, realizando simulaciones sobre un apartamento (hogar) en donde se pueden determinar comunicaciones entre personas y máquinas, quienes generan datos por medio de procesos, y así, de esta manera, hacer uso de los pilares principales del IoE, obteniendo diferentes análisis y conclusiones con respecto al



delay, throughput, jitter y pdf entre 24 nodos que interactúan en redes ad-hoc bajo los protocolos AODV y AOMDV.

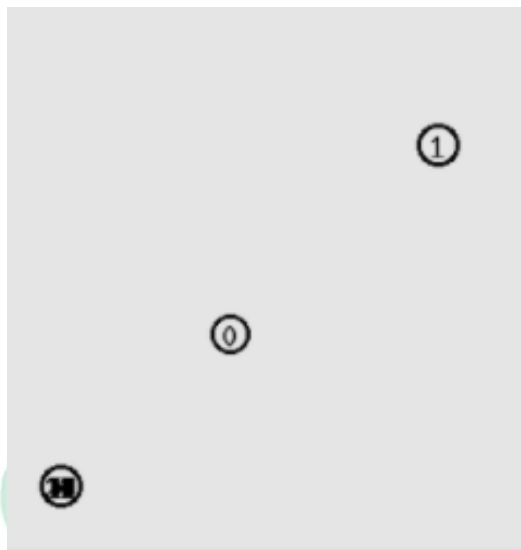
Dado que el tema del Internet del Todo, es algo muy reciente y estamos en el comienzo de una disrupción digital, una de las limitaciones de este proyecto es la poca información y casos de uso enfocados en el Internet del Todo, en la actualidad, es más la información que se encuentra en el Internet de las Cosas, debido a que es algo más común y aún así, algo poco visto en la cotidianidad, trayendo la afirmación anterior otra limitante: no es común tener redes físicas funcionales con los principios tratados en el presente documento, por lo tanto, nos valemos de datos obtenidos en el simulador NS2 con topologías determinadas. Aún así, es importante comenzar a tratar y a explorar este avance tecnológico, debido a que es algo que está tomando cada día más fuerza y necesita constante estudio en muchos ámbitos tanto personales como laborales.



## **10 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

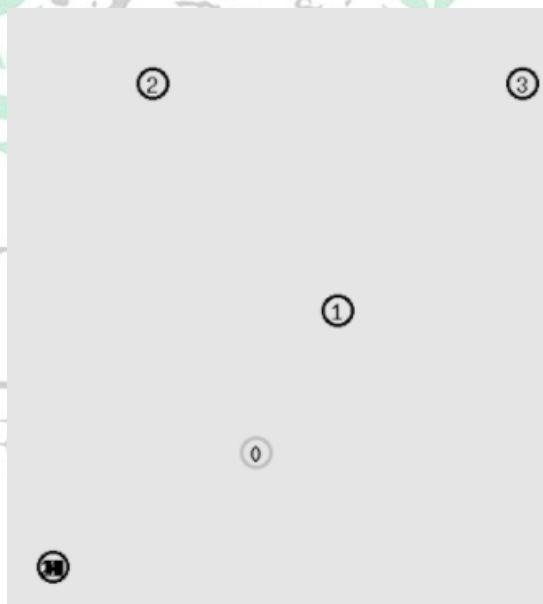
### **10.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS NODOS PARA LOS PROTOCOLOS AODV Y AOMDV CON PERSONA**

- P0 – M1



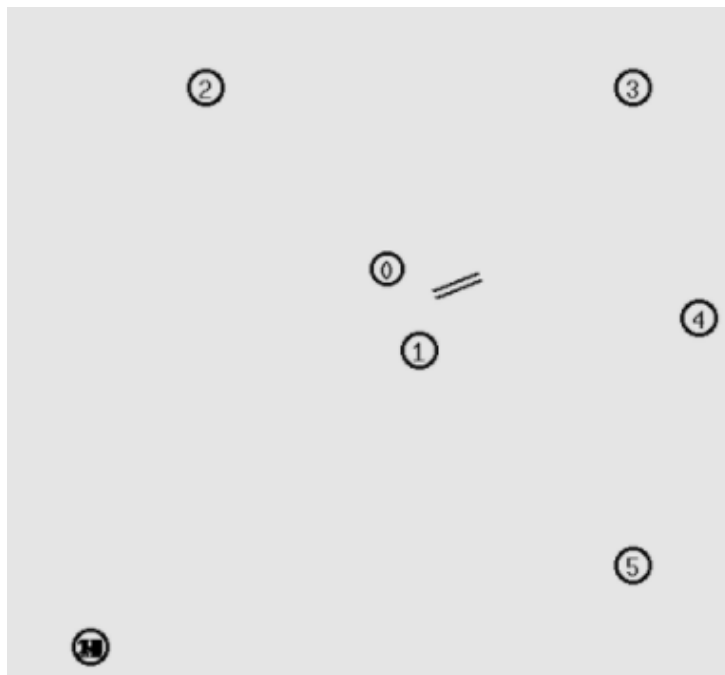
**Figura 14.** Posición de la persona (P0) y el módem (M1) en NS2

- N2 – N3



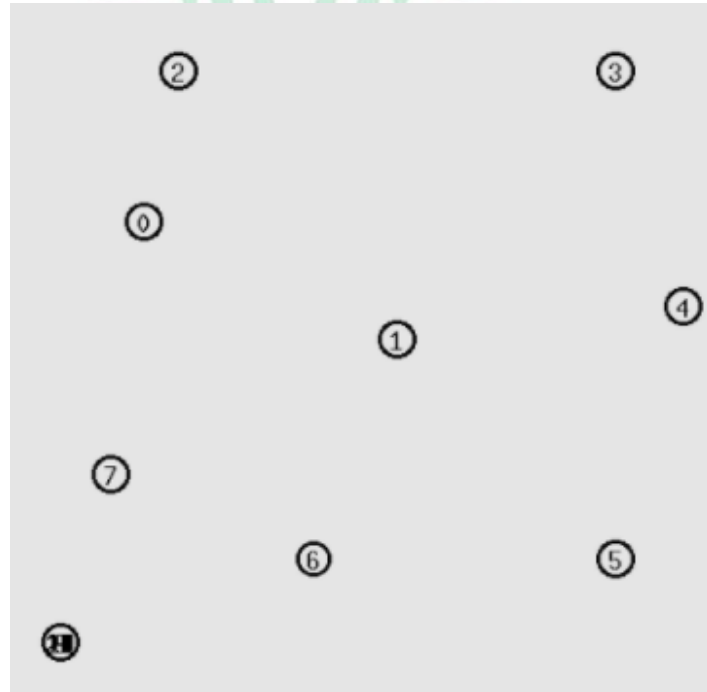
**Figura 15.** Nodos simulados en la figura 14 más nodo 2 (N2) y nodo 3 (N3)

- N4 – N5



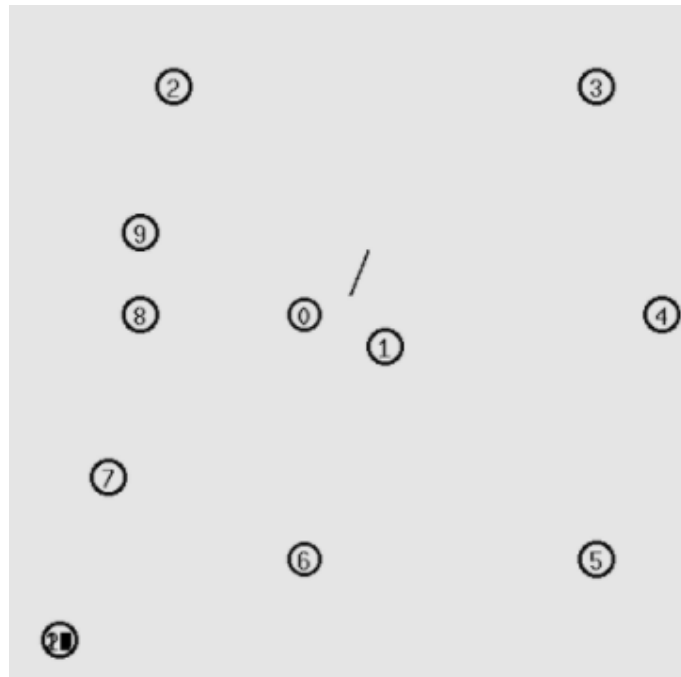
**Figura 16.** Nodos simulados en la figura 15 más nodo 4 (N4) y nodo 5 (N5)

- N6 – N7



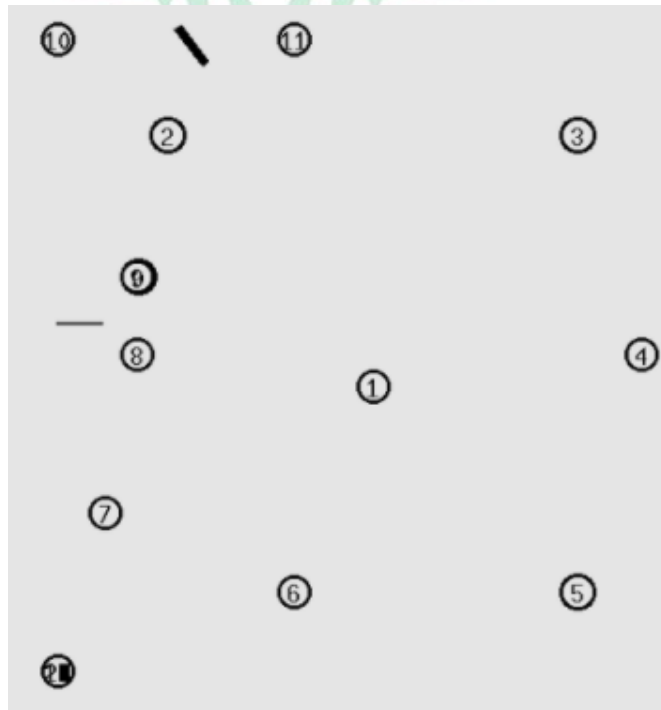
**Figura 17.** Nodos simulados en la figura 16 más nodo 6 (N6) y nodo 7 (N7)

- N8 – N9



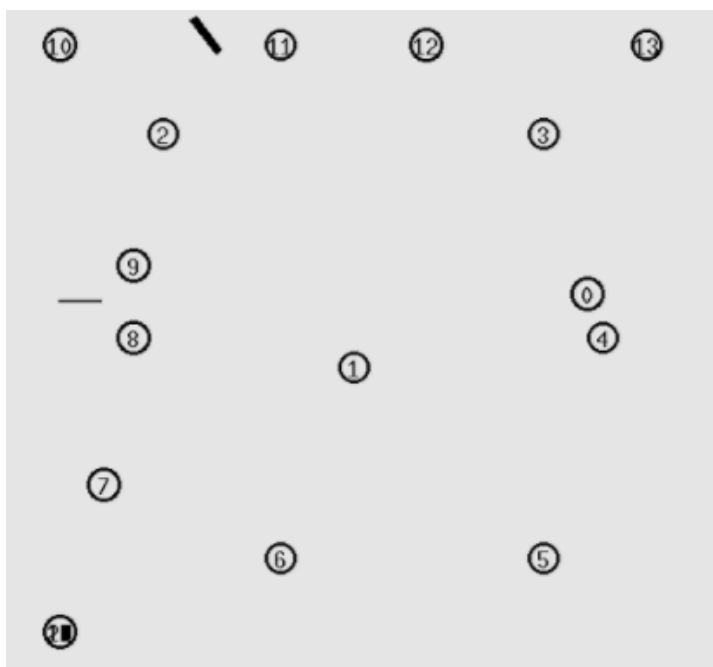
**Figura 18.** Nodos simulados en la figura 17 más nodo 8 (N8) y nodo 9 (N9)

- N10 – N11



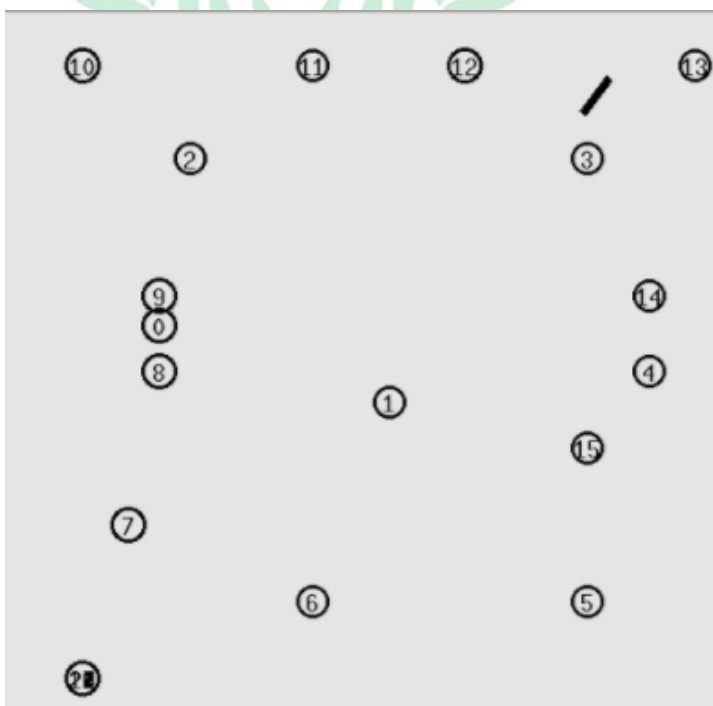
**Figura 19.** Nodos simulados en la figura 18 más nodo 10 (N10) y nodo 11 (N11)

- N12 – N13



**Figura 20.** Nodos simulados en la figura 19 más nodo 12 (N12) y nodo 13 (N13)

- N14 – N15



**Figura 21.** Nodos simulados en la figura 20 más nodo 14 (N14) y nodo 15 (N15)

- 
- The diagram shows 18 numbered locations of the stations in the study area. The stations are numbered 1 through 18, with station 18 being the reference station. A scale bar indicates 1 km.

simulados en la figura 21 mas nodo 16

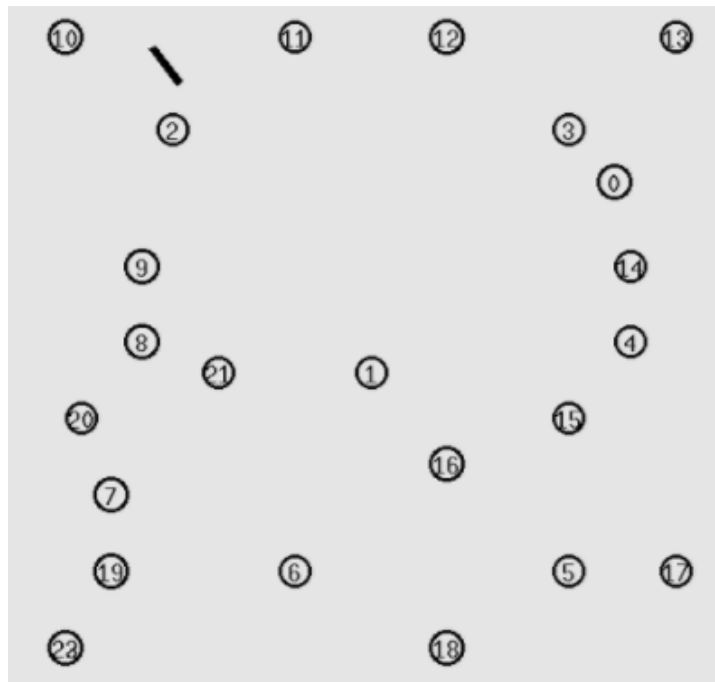
- 

A 3x3 grid with the following contents:

10	11	12 / 13
	2	
		3

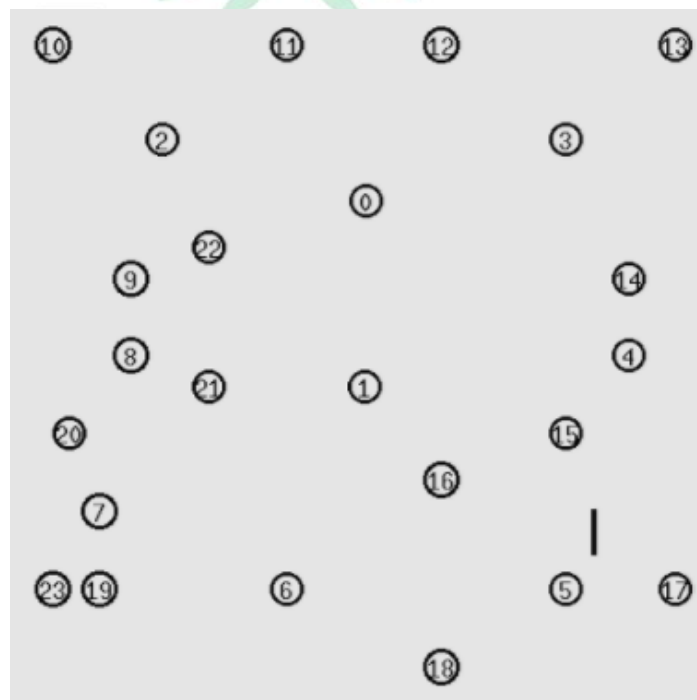


- N20 – N21



**Figura 24.** Nodos simulados en la figura 23 más nodo 20 (N20) y nodo 21 (N21)

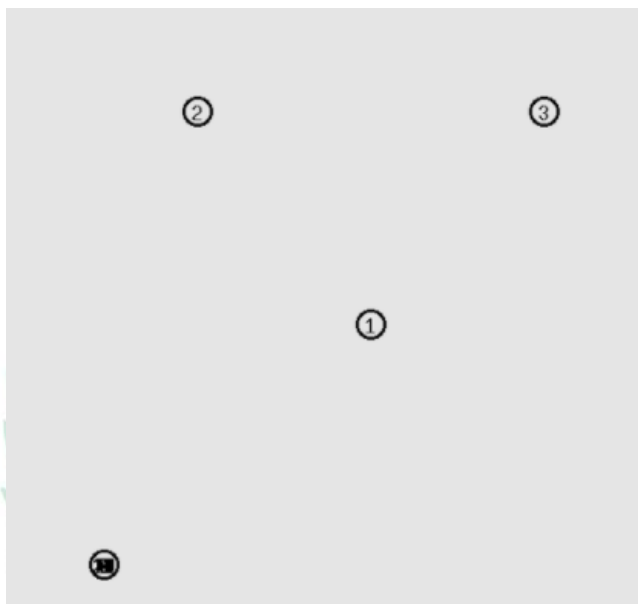
- N22 – N23



**Figura 25.** Nodos simulados en la figura 24 más nodo 22 (N22) y nodo 23 (N23)

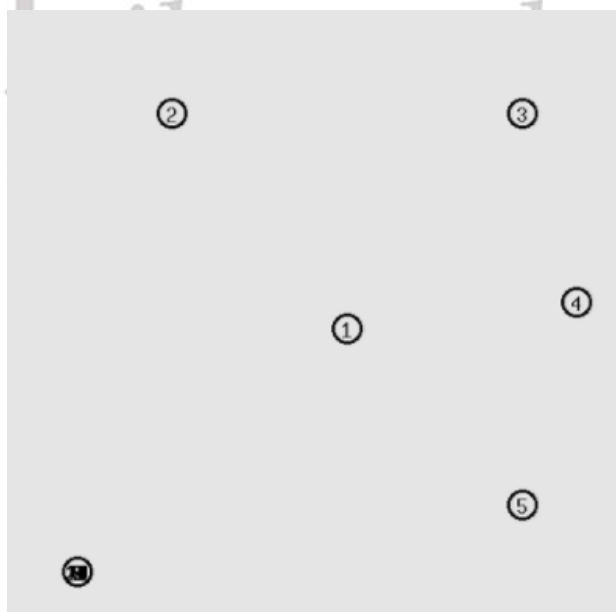
## 10.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS NODOS PARA LOS PROTOCOLOS AODV Y AOMDV SIN PERSONA

- N2 – N3



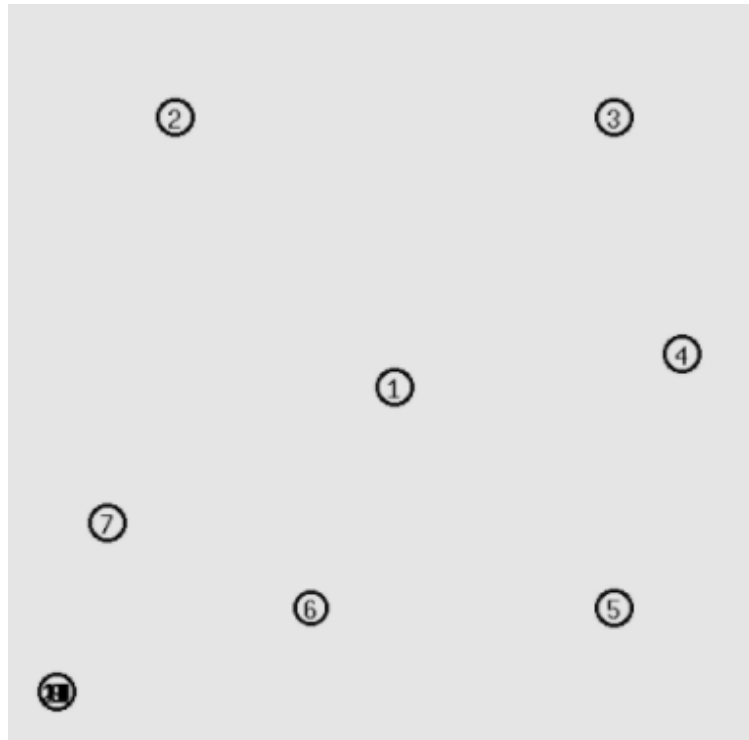
**Figura 26.** Posición del módem (M1), nodo 2 (N2) y nodo 3 (N3)

- N4 – N5



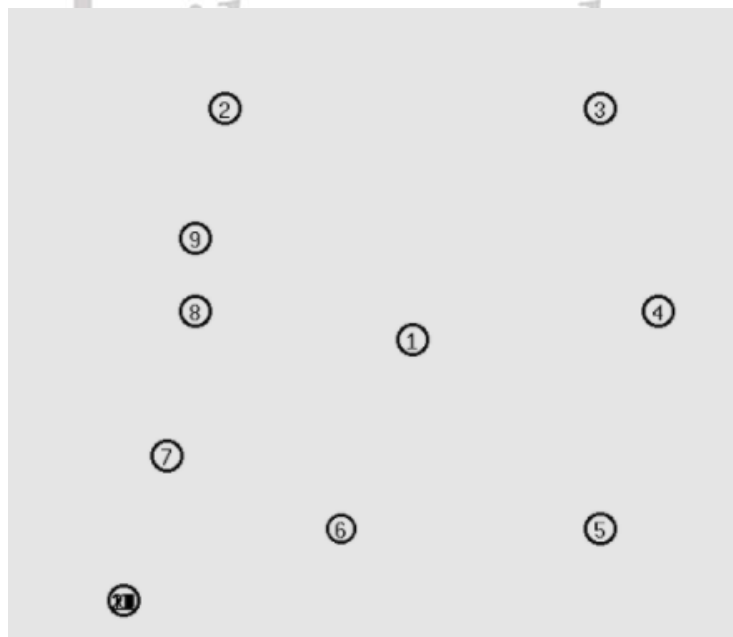
**Figura 27.** Nodos simulados en la figura 26 más nodo 4 (N4) y nodo 5 (N5)

- N6 – N7



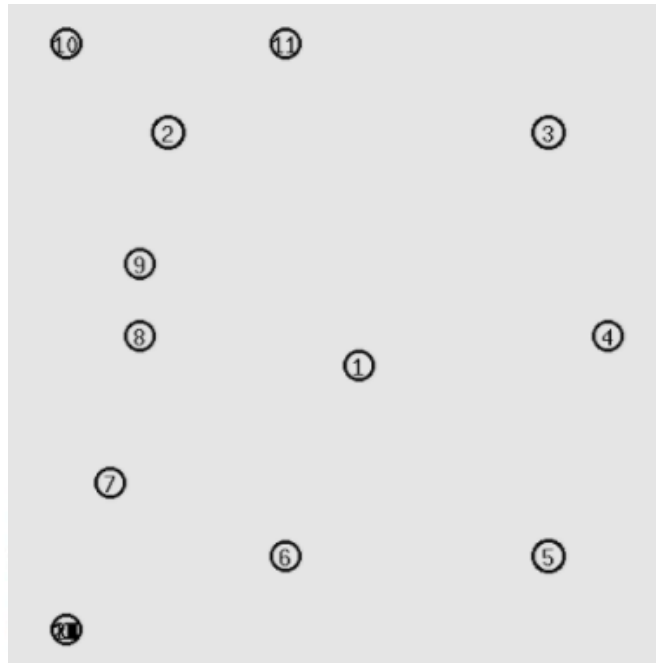
**Figura 28.** Nodos simulados en la figura 27 más nodo 6 (N6) y nodo 7 (N7)

- N8 – N9



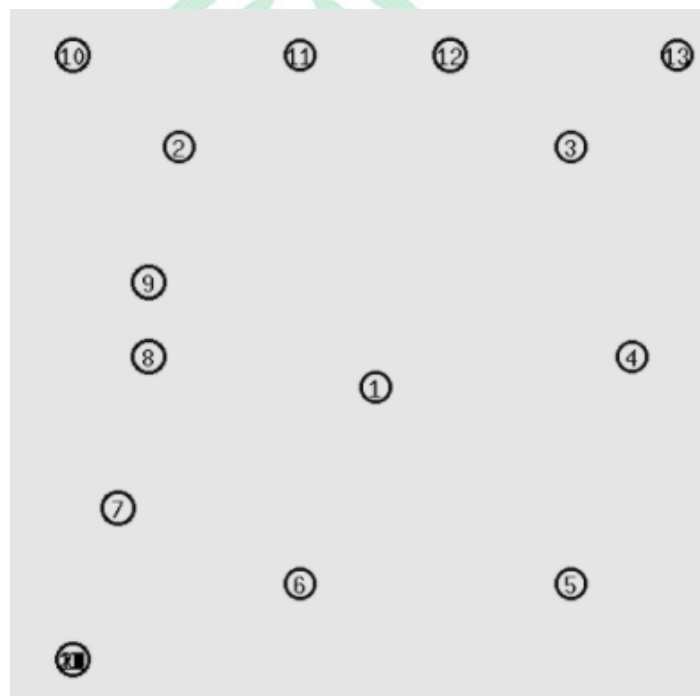
**Figura 29.** Nodos simulados en la figura 28 más nodo 8 (N8) y nodo 9 (N9)

- N10 – N11



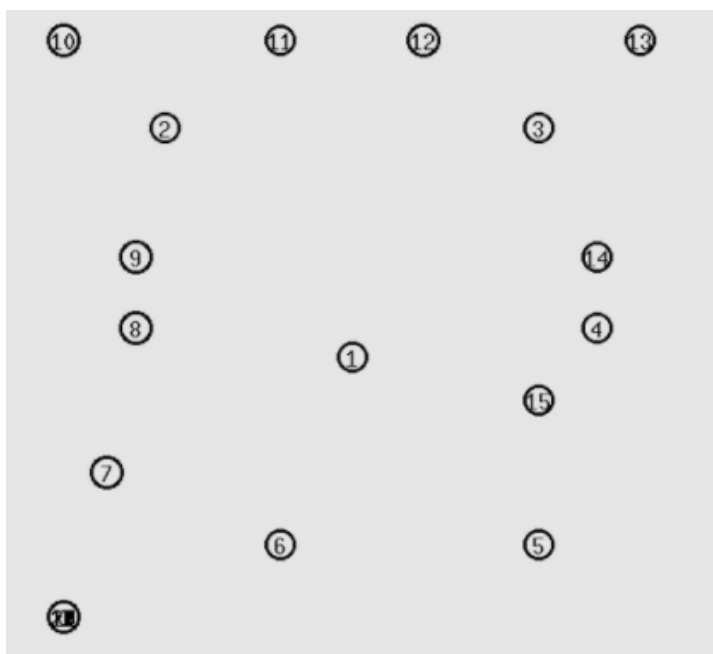
**Figura 30.** Nodos simulados en la figura 29 más nodo 10 (N10) y nodo 11 (N11)

- N12 – N13



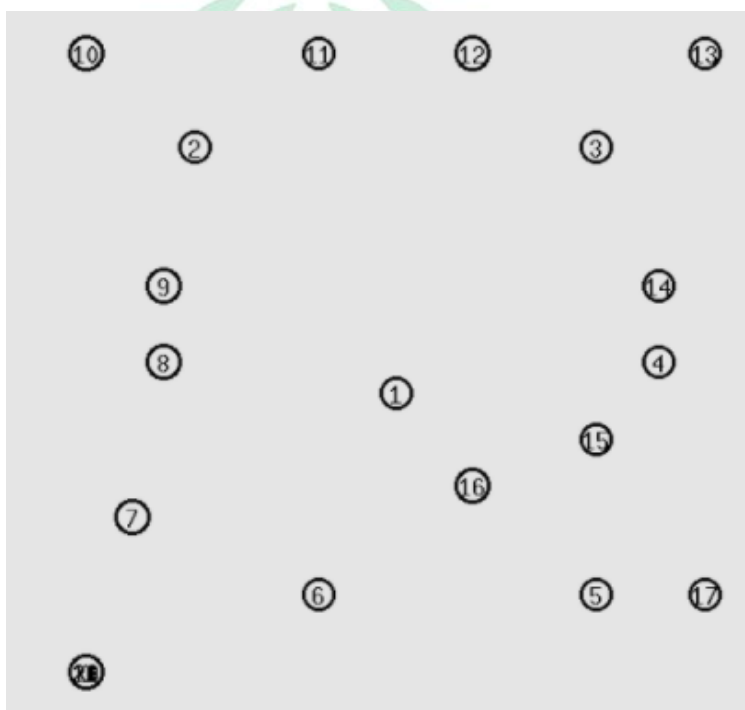
**Figura 31.** Nodos simulados en la figura 30 más nodo 12 (N12) y nodo 13 (N13)

- N14 – N15



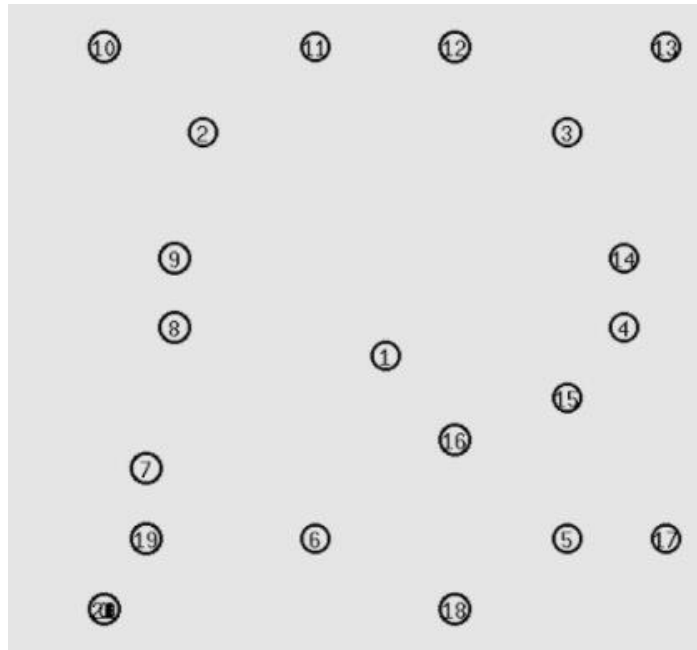
**Figura 32.** Nodos simulados en la figura 31 más nodo 14 (N14) y nodo 15 (N15)

- N16 – N17



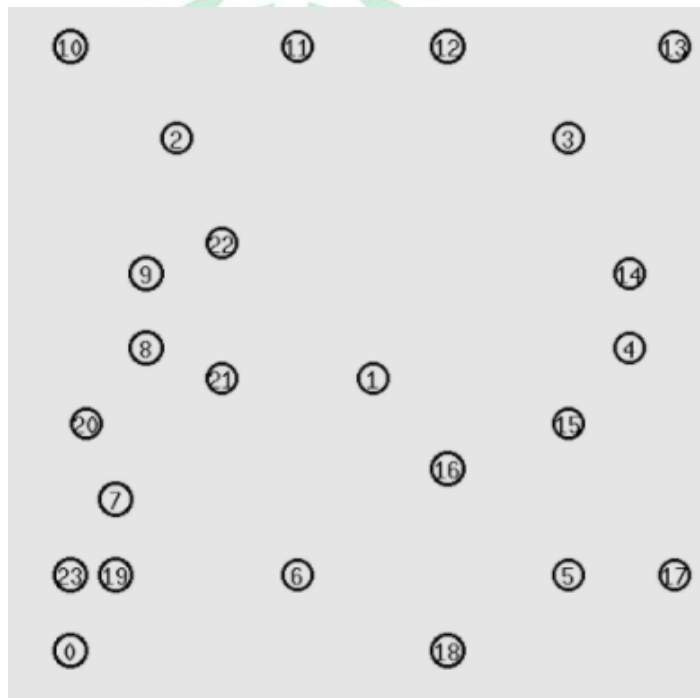
**Figura 33.** Nodos simulados en la figura 32 más nodo 16 (N16) y nodo 17 (N17)

- N18 – N19



**Figura 34.** Nodos simulados en la figura 33 más nodo 18 (N18) y nodo 19 (N19)

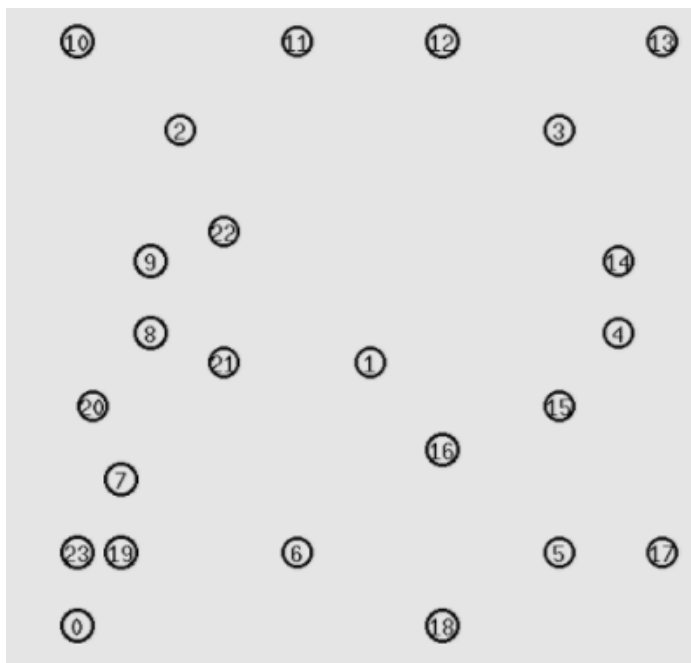
- N20 – N21



**Figura 35.** Nodos simulados en la figura 34 más nodo 20 (N20) y nodo 21 (N21)



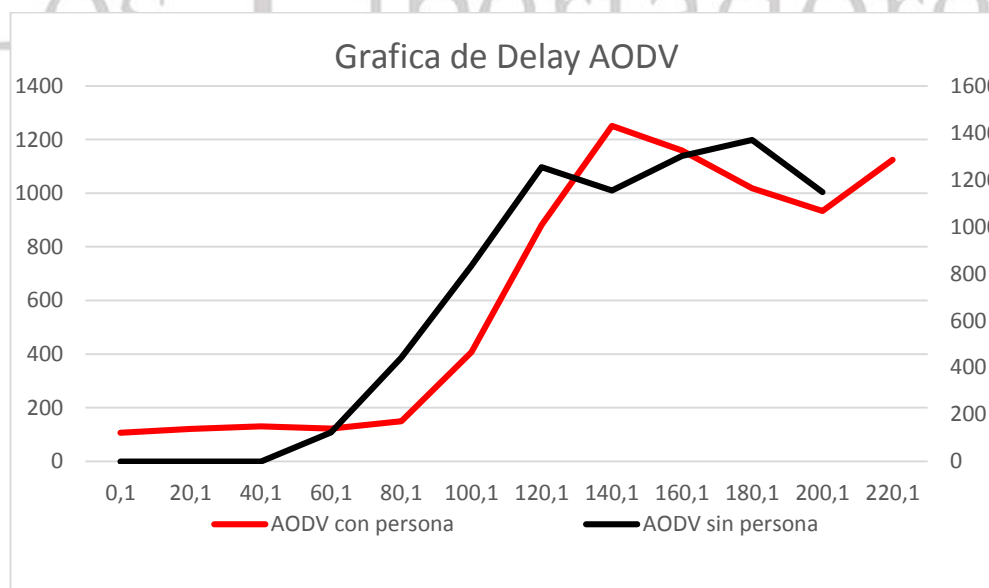
- N22 – N23



**Figura 36.** Nodos simulados en la figura 35 más nodo 22 (N22) y nodo 23 (N23)

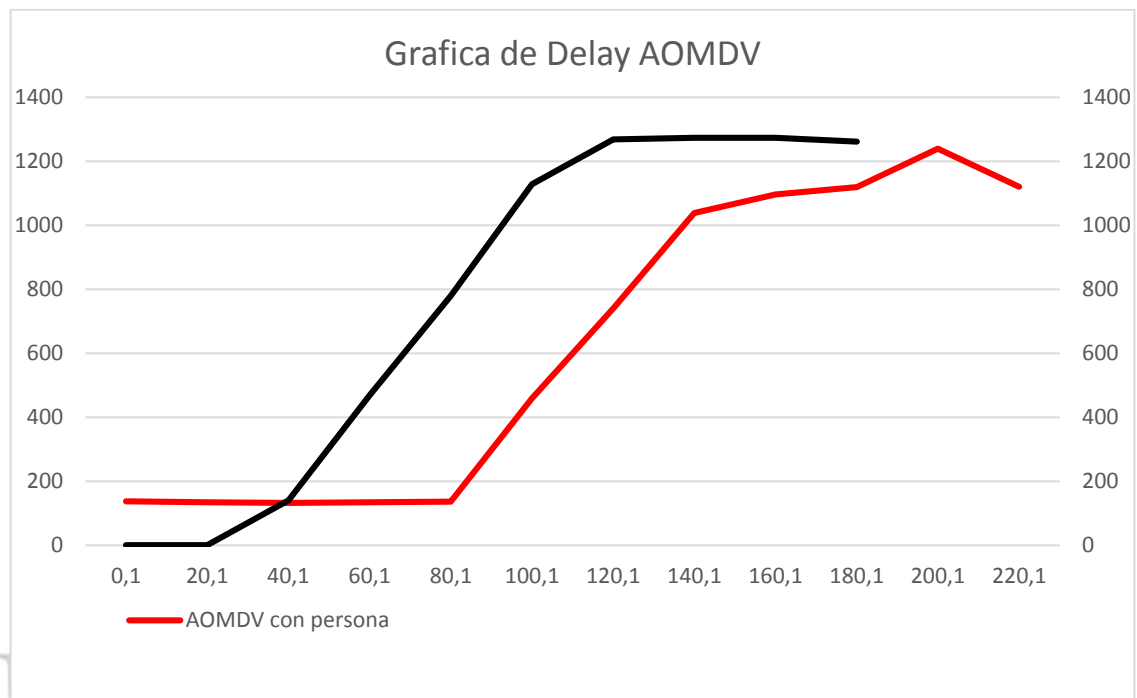
### 10.3 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN PARA EL DELAY

Lo primeros datos que se mostraran corresponden a la simulación de AODV con persona y sin persona.



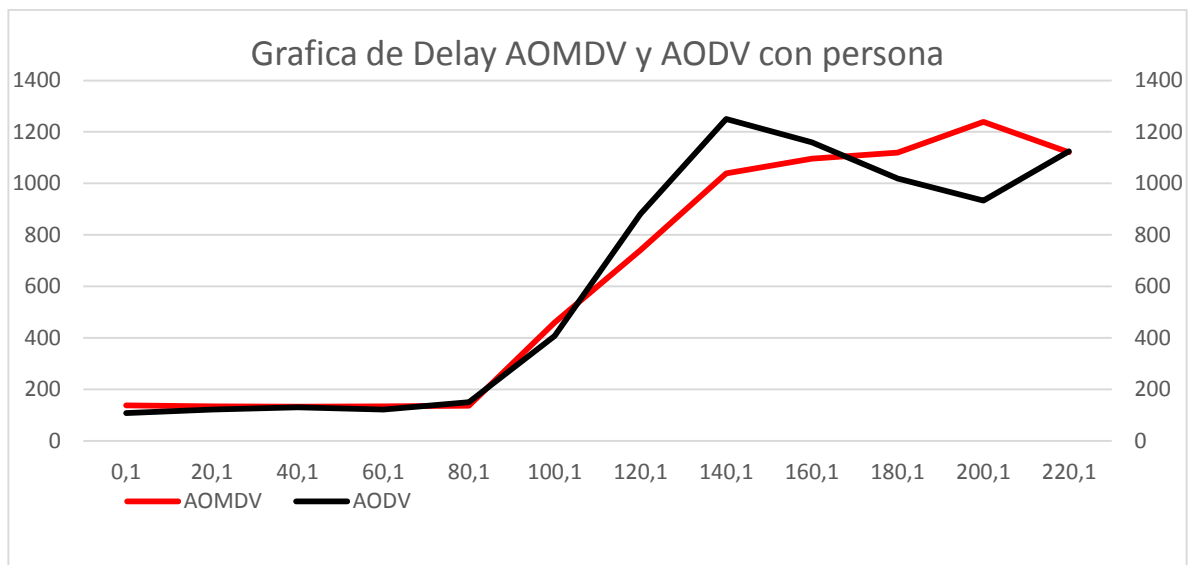
**Figura 37.** Gráfica del Delay bajo el protocolo AODV

En la gráfica anterior tenemos la diferencia entre la simulación de AODV con el movimiento de la persona y sin ella, se puede evidenciar que cuando la persona no entra en la simulación, la transmisión entre el nodo 1 y 2 no es posible, ya que el rango de cobertura es muy corto y el nodo 1 no es capaz de detectarlo y tampoco existe un nodo en el cual poder transmitir, pero a partir de la cuarta simulación es posible tener transferencia de datos entre nodos.

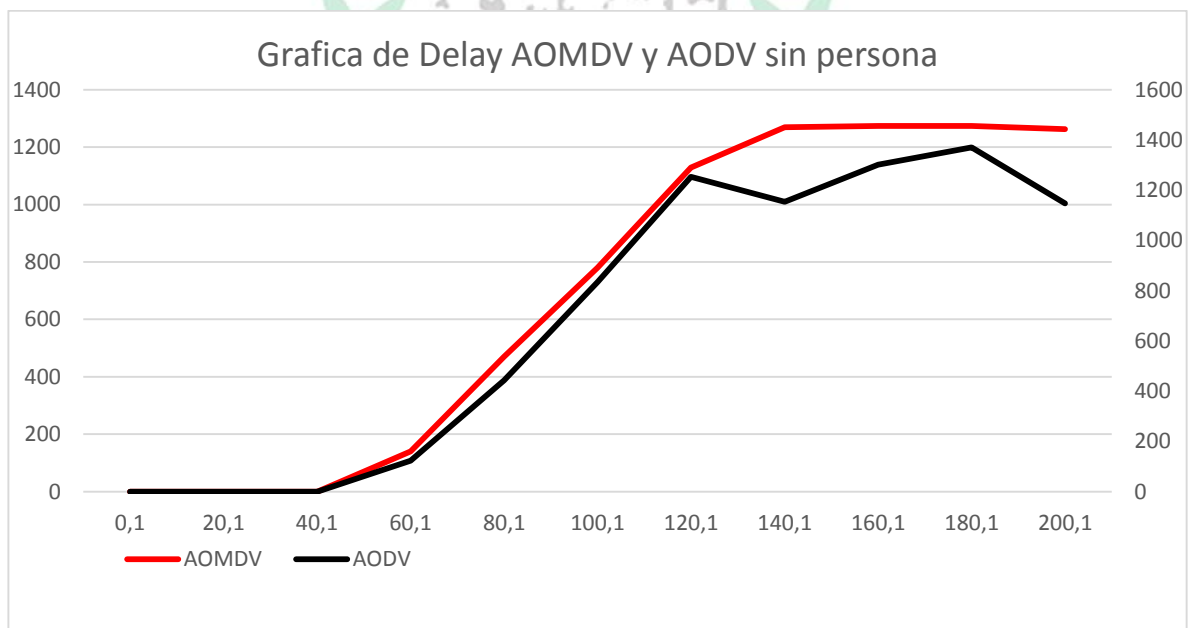


**Figura 38.** Gráfica del Delay bajo el protocolo AOMDV

En la figura 38 se muestra el Delay de la simulación entre AOMDV el cual es muy similar al presentado en la gráfica de AODV, aunque en AOMDV los retardos tienden a ser un poco mas lineales a los de AODV y no posee cambios tan notables entre uno y otro, esto se puede mostrar de mejor manera en las siguientes gráficas, donde realizamos la comparación de los dos protocolos para así poder observar las diferencias de retardo de una manera más clara.



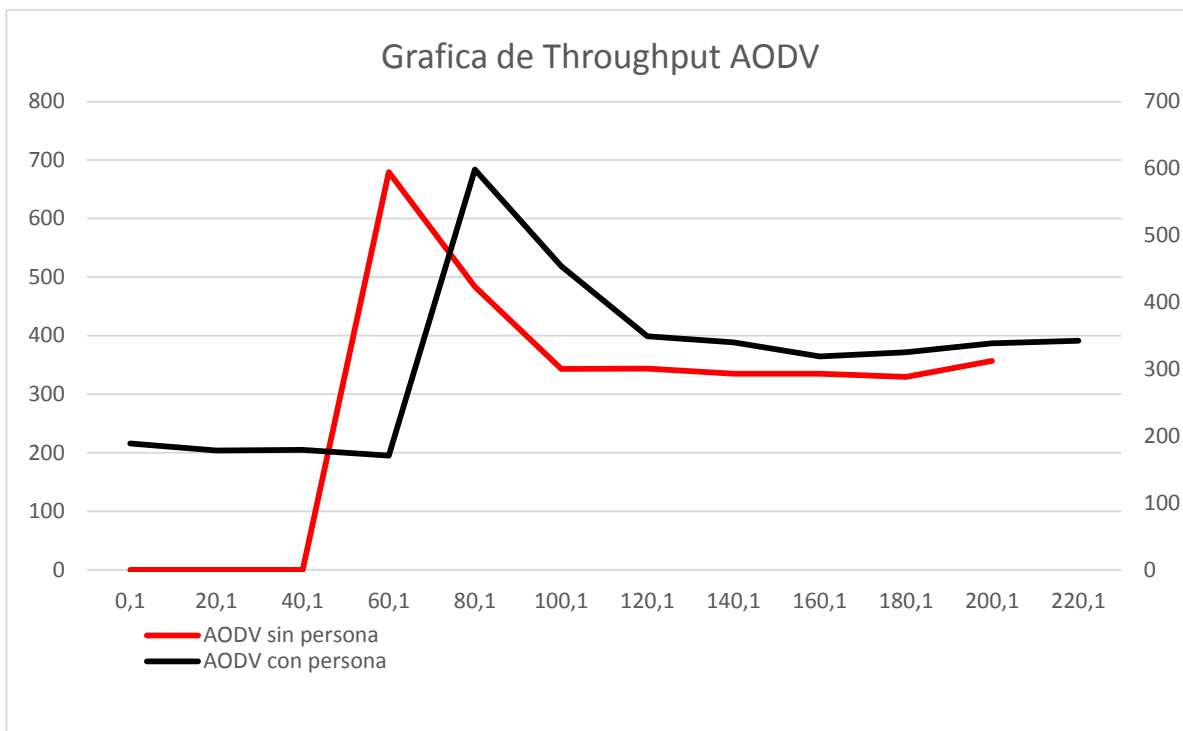
**Figura 39.** Gráfica del Delay bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona



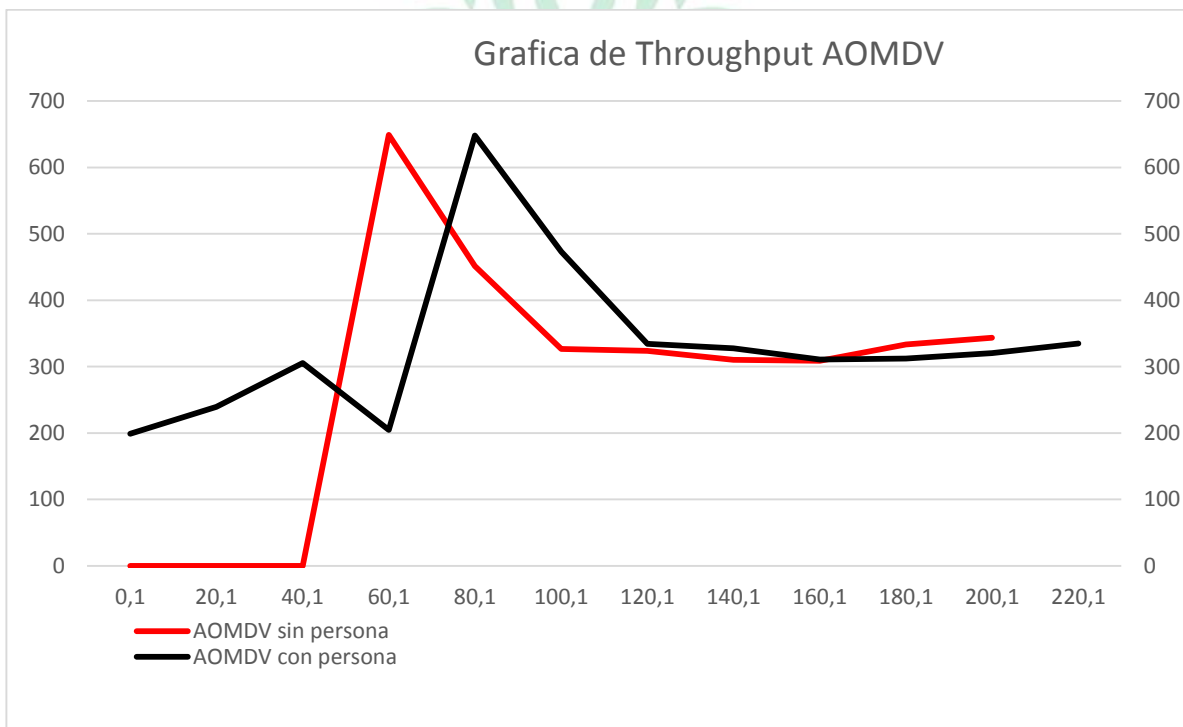
**Figura 40.** Gráfica del Delay bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona

## 10.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN PARA EL THROUGHPUT

En los siguientes datos se hace la relación de los protocolos AODV y AOMDV con la persona transmitiendo y no transmitiendo, como vemos no existe transferencia de datos cuando la persona no entra en la simulación ya que no existe comunicación entre los nodos, por tal razón el throughput es cero para algunas transferencias.

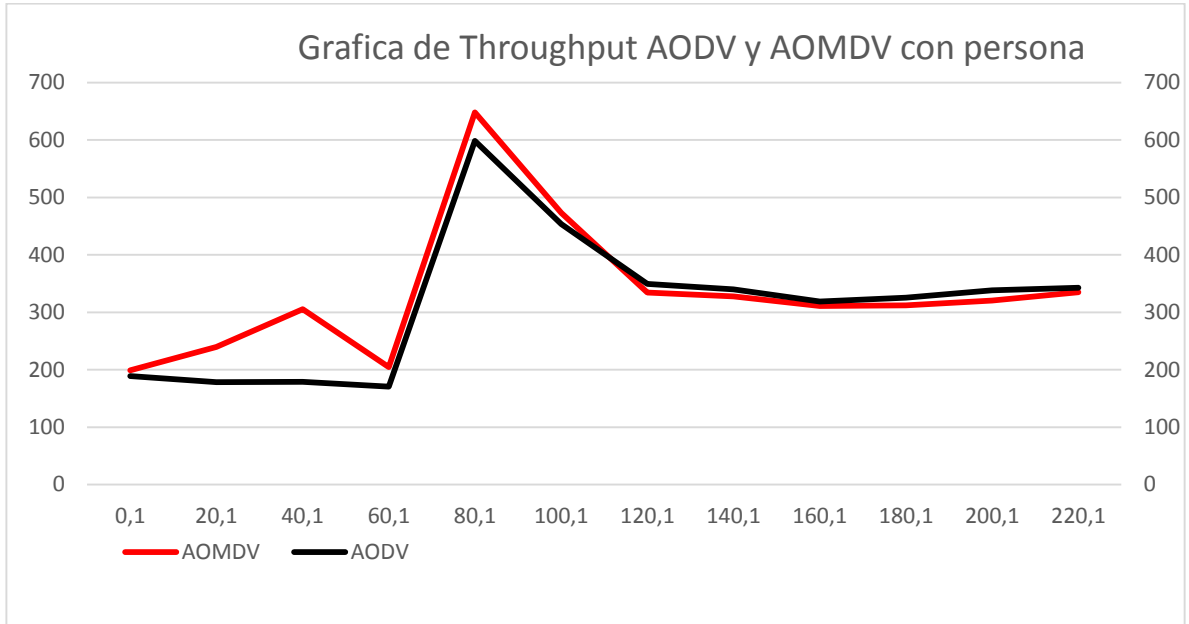


**Figura 41.** Gráfica del throughput bajo el protocolo AODV

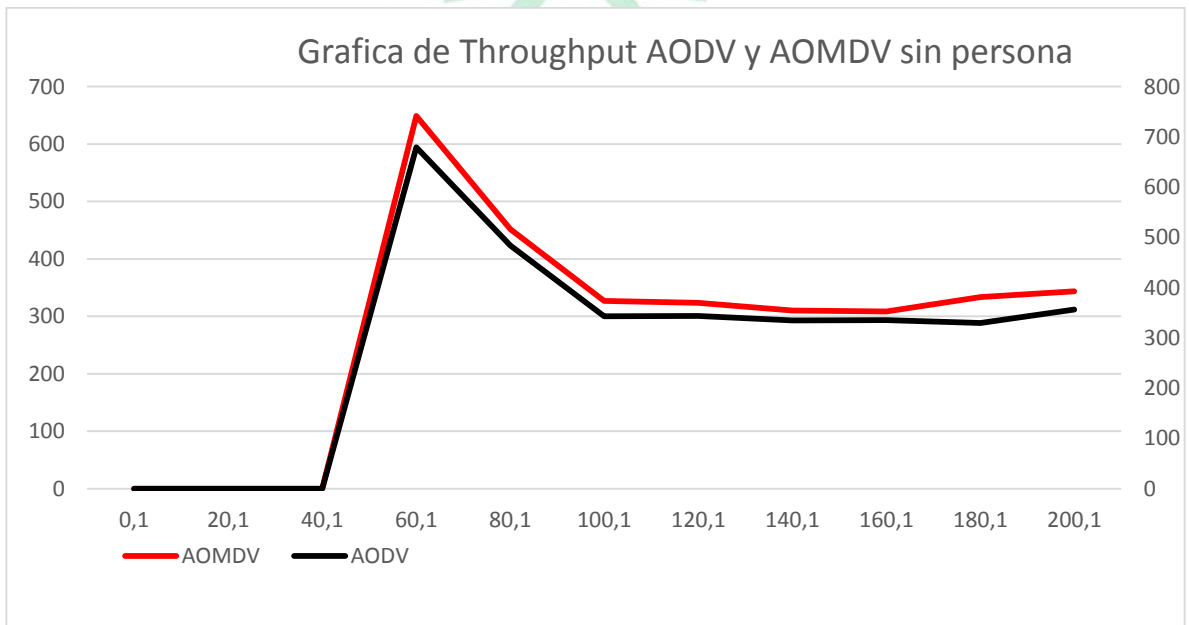


**Figura 42.** Gráfica del throughput bajo el protocolo AOMDV

A continuación, se muestra la comparación entre el throughput del protocolo AOMDV y AODV el cual es demasiado similar, las variaciones entre uno y el otro no son tan considerables, se podría decir que los dos protocolos poseen la misma velocidad de transmisión.



**Figura 43.** Gráfica del throughput bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona



**Figura 44.** Gráfica del throughput bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona

## 10.5 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE JITTER

En la siguiente gráfica se muestra el jitter de los protocolos AODV y AOMDV en la simulación, teniendo en cuenta los dos escenarios propuestos.

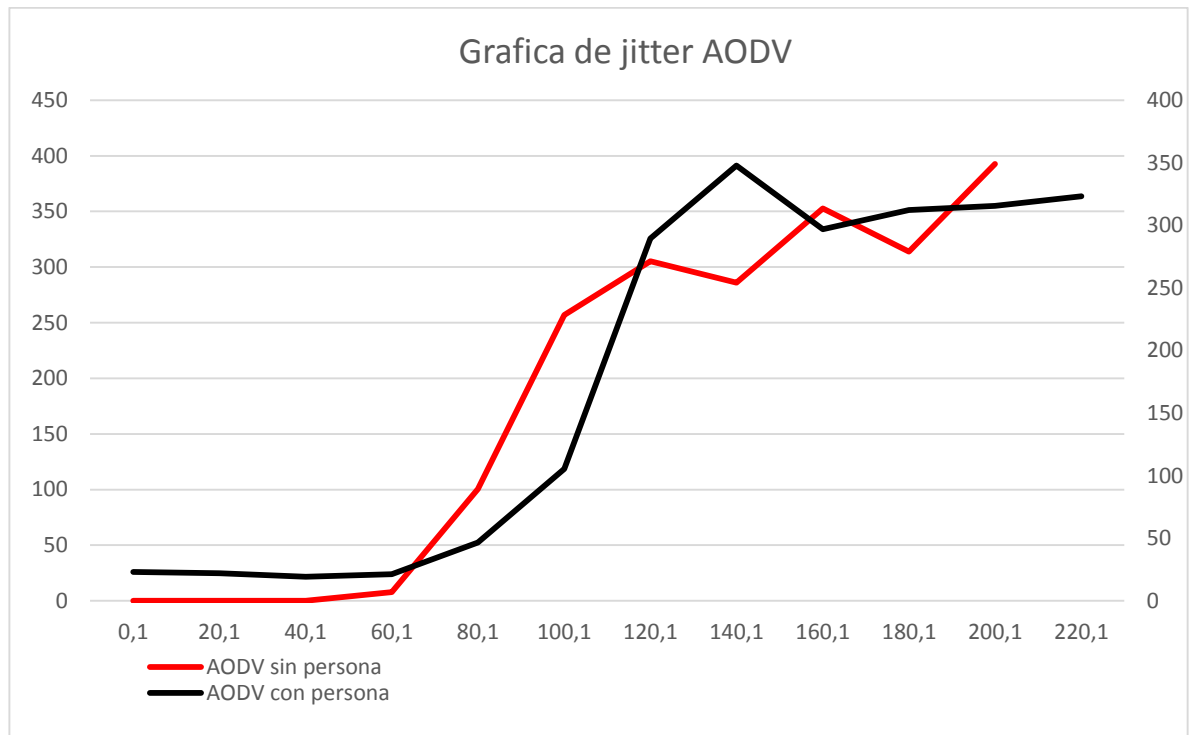
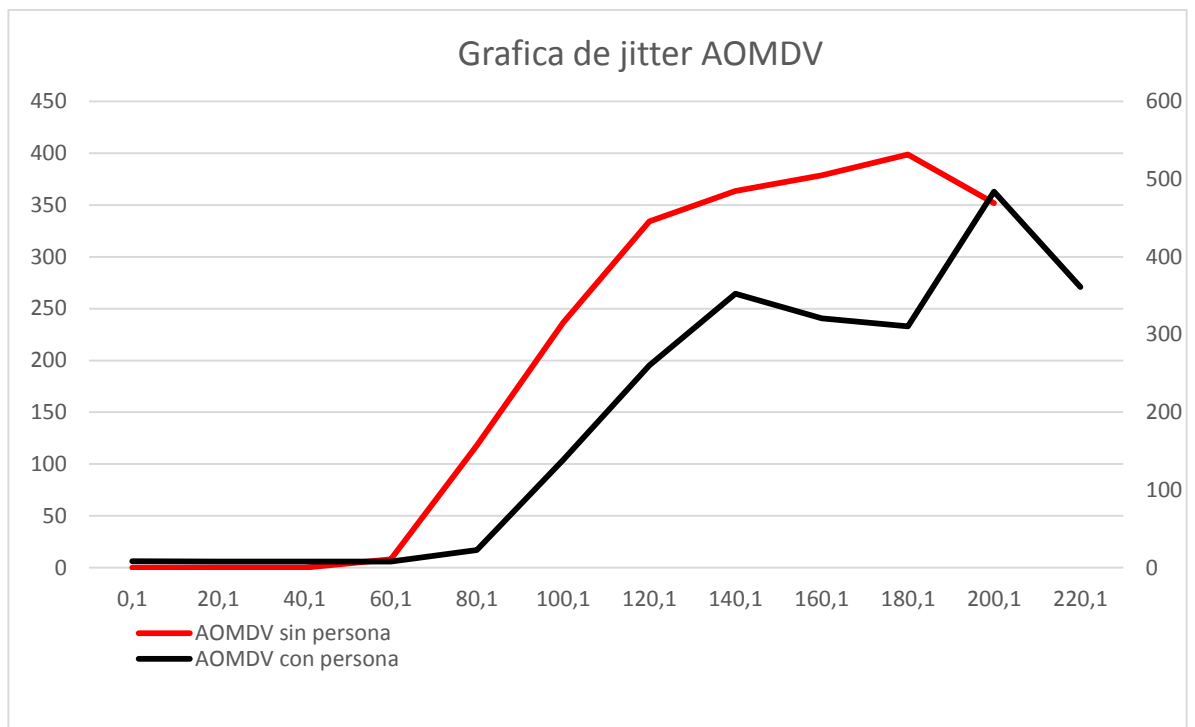


Figura 45. Gráfica de jitter bajo el protocolo AODV

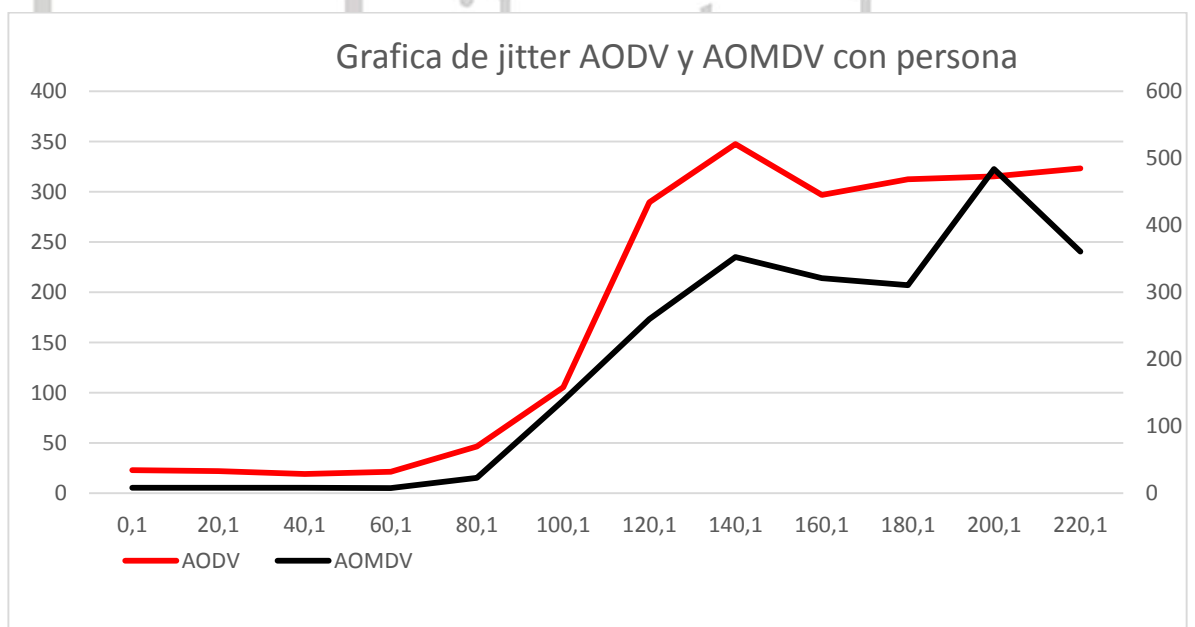
Para AODV se muestra que se tiene una latencia menor entre menos nodos se tengan transmitiendo, es decir que a mayor cantidad de nodos mayor latencia. También es evidente que no existe latencia cuando los nodos no transmiten, pero se tiene que el jitter es menor cuando la persona no se encuentra transmitiendo datos a la red.



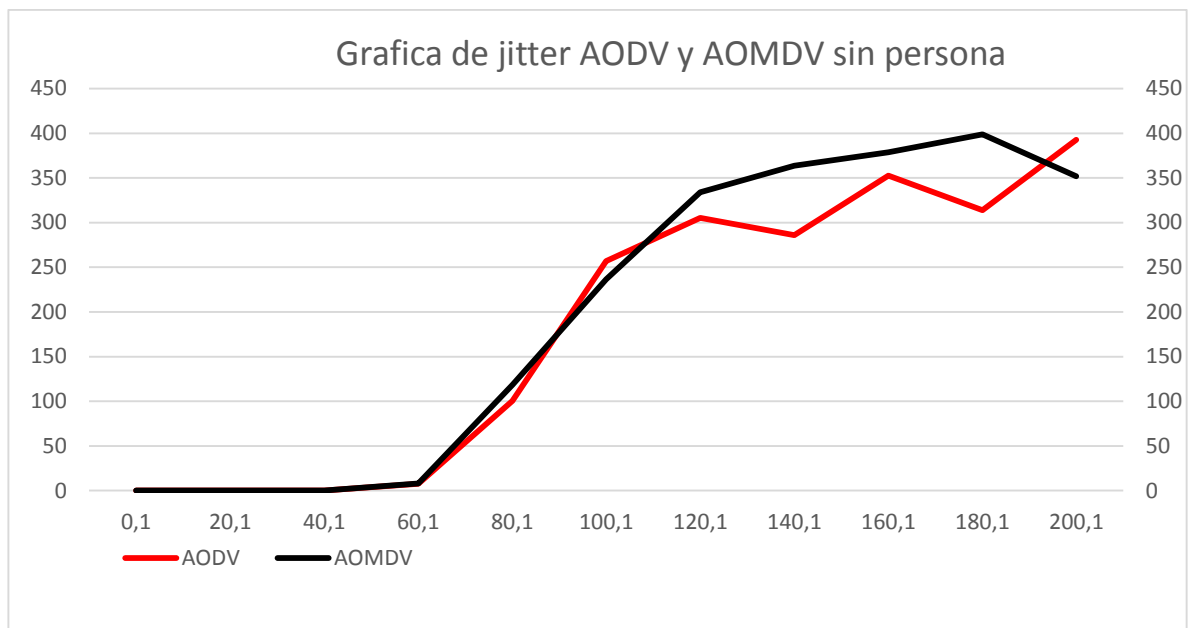


**Figura 46.** Gráfica de jitter bajo el protocolo AOMDV

A continuación, se realiza la comparación del Jitter de los dos protocolos, donde se puede evidenciar que el protocolo AODV tiene una latencia mucho mayor en todas las etapas de la simulación, lo cual quiere decir que al momento de transmitir por AODV se pueden generar mas retardos al envío de los paquetes.



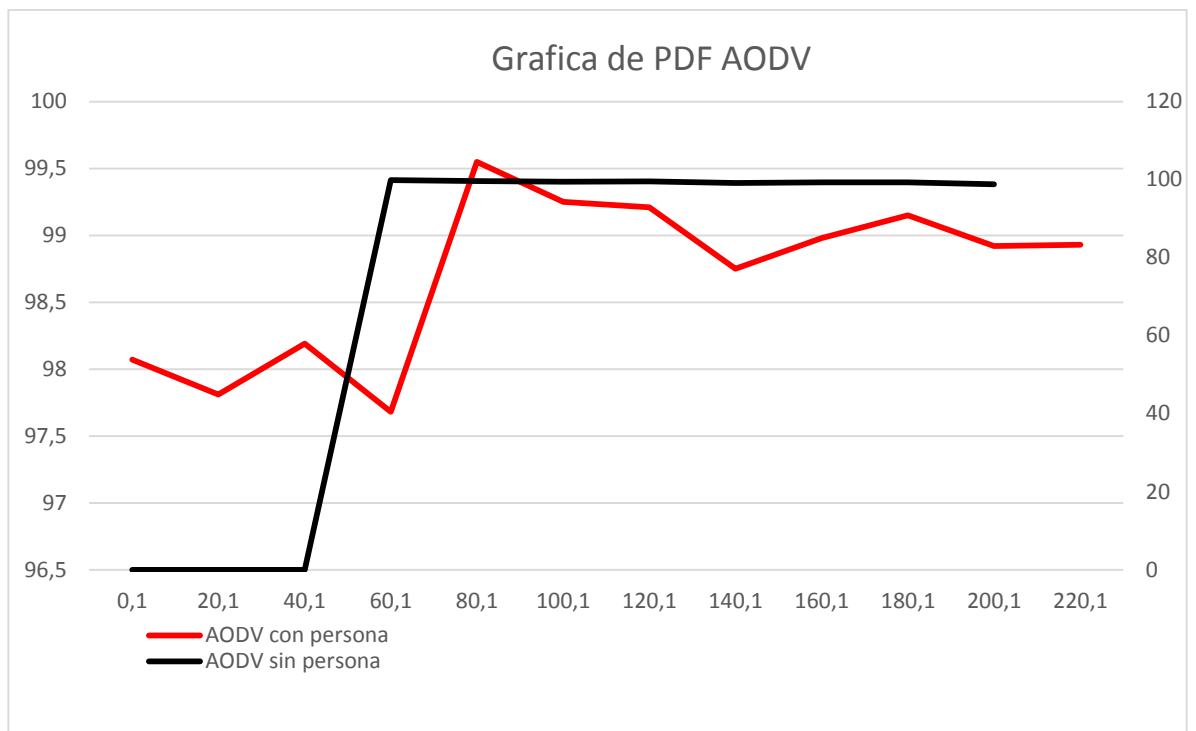
**Figura 47.** Gráfica de jitter bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona



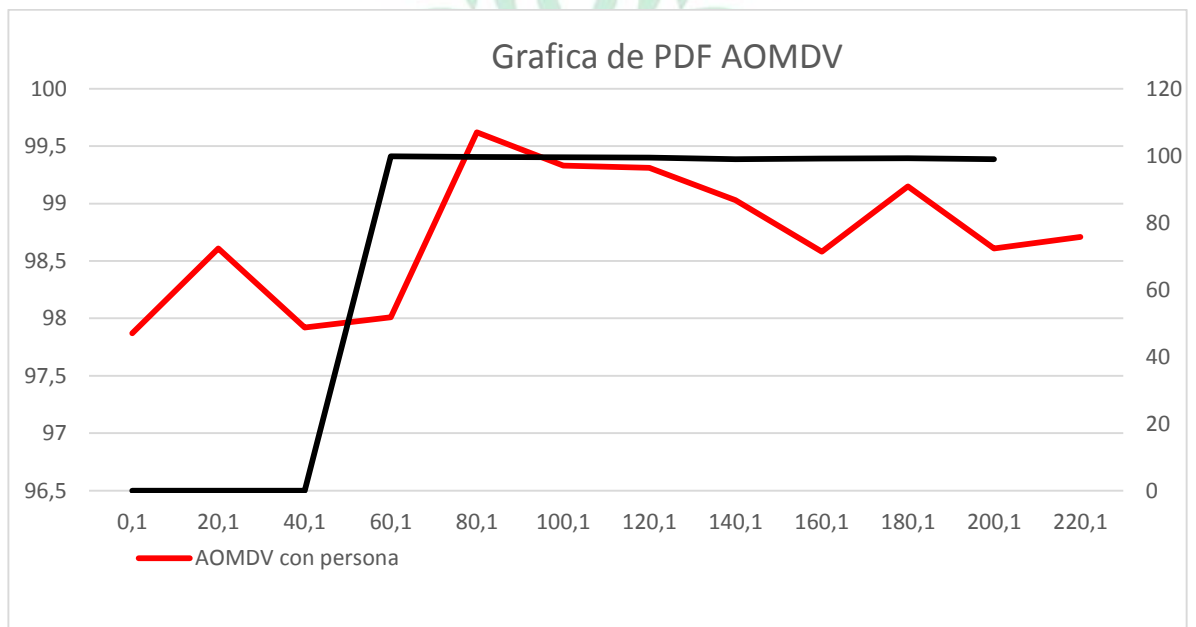
**Figura 48.** Gráfica de jitter bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona

## 10.6 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE PDF

A continuación, se muestra la grafica de PDF para los protocolos AODV y AOMDV cuando se tiene transmisión de una persona y cuando solo se transmite por el tipo de conexión M2P, cuando se realiza una conexión M2M la perdida de paquetes es mayor y constante, tiene unos cambios que no son considerables, pero cuando se hace una conexión M2P se tiene una pérdida de paquetes menor a la M2M ya que por el tipo de protocolo la persona hace de puente para algunos nodos donde no se tiene la ruta de transmisión.

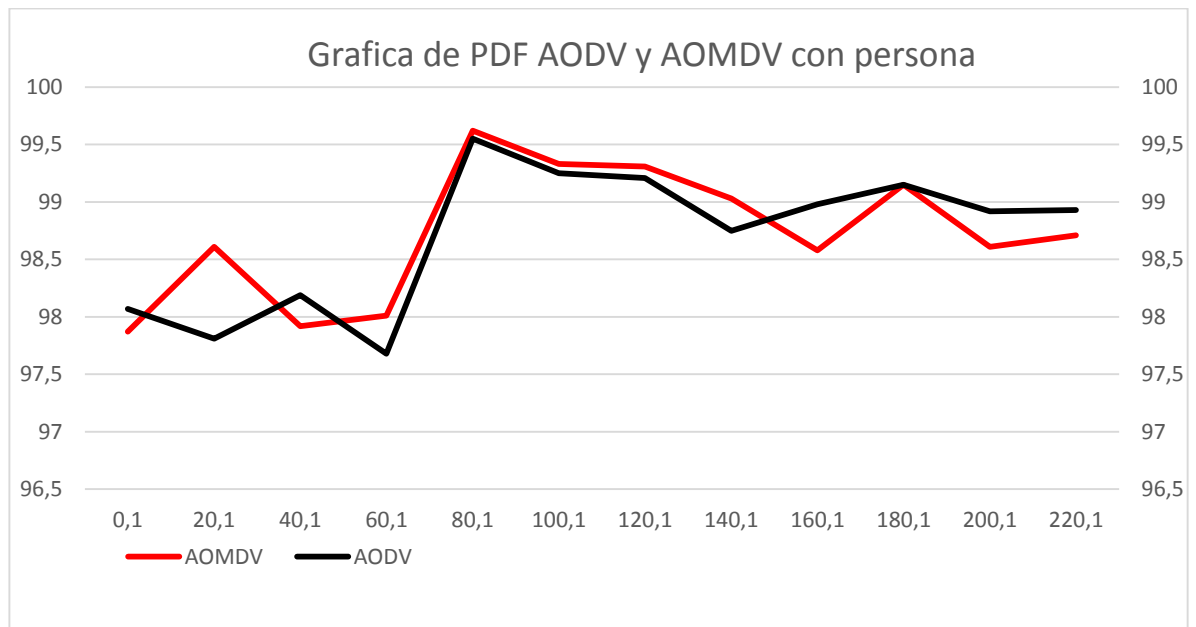


**Figura 49.** Gráfica de PDF bajo el protocolo AODV

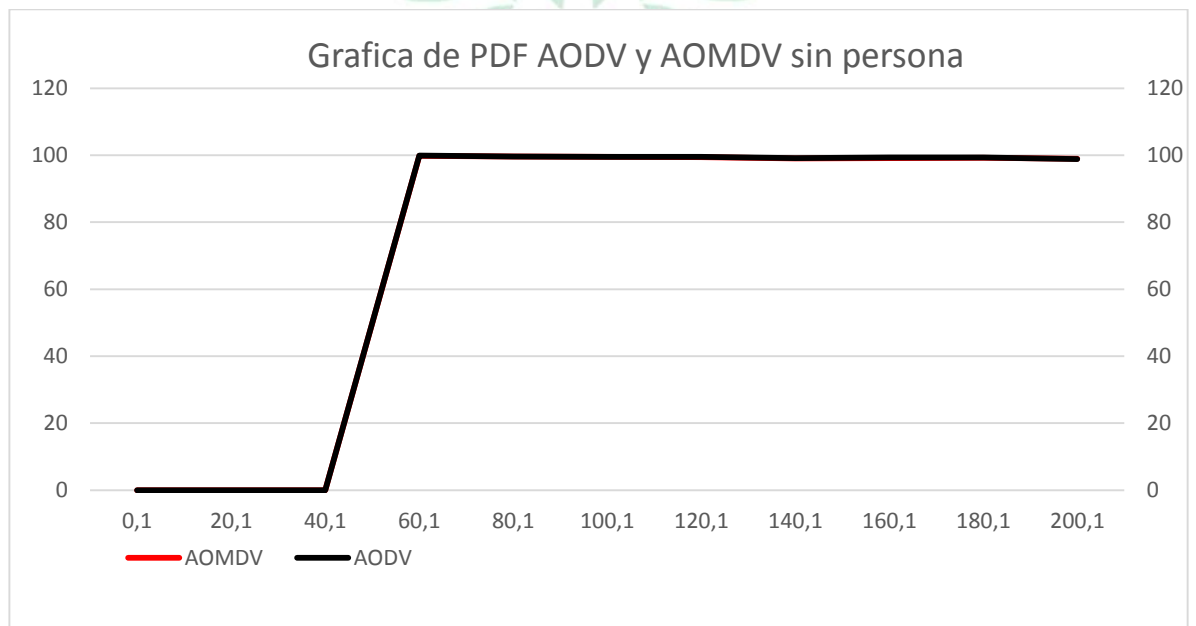


**Figura 50.** Gráfica de PDF bajo el protocolo AOMDV

Se hace una comparación de los dos protocolos los cuales presentan gran similitud, ambos protocolos tienen un promedio de pérdida de alrededor de 98 a 99, lo cual se puede evidenciar en la siguiente gráfica, donde las variaciones entre ambos no son tan notables.



**Figura 51.** Gráfica de PDF bajo el protocolo AOMDV y AODV con persona



**Figura 52.** Gráfica de PDF bajo el protocolo AOMDV y AODV sin persona

## CONCLUSIONES

Ya que los protocolos AODV y AOMDV tiene como característica que no poseen infraestructura y no tiene una topología definida, se presenta que para cuando se añade la persona en movimiento esta realiza la función de puente entre los nodos destino lo cual genera un trafico de datos diferente para cuando no se tiene ya que los nodos no logran establecer comunicación por las distancias de cobertura y no se reconocen entre si.

Al comparar los protocolos se evidencia que se obtiene una mejora en el rendimiento de AOMDV con AODV utilizando ns-2 con diferentes tiempos en simulación, muestra que AOMDV proporciona un factor de dos en la mejora del retraso y cerca del 20 % de reducción en el encaminamiento de gastos de sistema, mientras que la fracción de pérdida de paquetes es muy similar.

El internet del todo es un tema que se esta empezando a desarrollar en todos los campos dando la facilidad de mejorar las labores de una persona, automatizando los procesos, mejorando en la búsqueda de la información, ayuda a la toma de decisiones dando la cantidad de información posible, comunicación asertiva y conectividad con cualquier elemento conectado a una red.



Los Libertadores  
Fundación Universitaria

## BIBLIOGRAFÍA

1. R. Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi "Towards a definition of the Internet of Things (IoT), program in Telecom Italia of the specializing master in future Boadband Networks of Politecnico di Torino, 2015, p. 7-15
2. Marco Conti, Andrea Passarella, Sajal K. Das, "The Internet of People (IoP): A new wave in pervasive mobile computing, Pervasive and Mobile Computing, 2017, p. 2-6
3. Jose Saldana, Andrés Arcia-Moret, Arjuna Sathiaselalan, Bart Braem, Ermanno Pietroseoli, Marco Zennaro, Javier Simó-Reigadas, Ioannis Komninos, Carlos Rey-Moreno "Alternative Networks: Global Access to the Internet for All, 2017, p. 4-10
4. Ted Saariko, Ulrika H. Westergren, Tomas Blomquist, "The Internet of Things: Are you ready for what's coming?" Umeå University, 901 87 Umeå, Sweden, 2017, p. 2-6
5. Gajendra Hari Prakash Theagarajan, Sivakumar Ravichandran, Vijay Sivaraman "An Experimental Study of Router Buffer Sizing for Mixed TCP and Real-Time Traffic, 2006, p. 2-10
6. V.Jacobson. "Congestion Avoidance and Control".SIGCOMM Symposium on Communication Architecture and protocols. P. 3-5
7. V.Jacobson "Modified TCp Congestion Control and Avoidance Alogrithms".Technical Report 30, Apr 1990, p.4-7
8. S.Floyd, T.Henderson "The NewReno Modification to TCP's Fast Recovery Algorithm" RFC 2582, Apr 1999, p.1-3
9. Sonja Meyer(SAP), Klaus Sperner(SAP), Carsten Magerkurth (SAP), Stefan Debortoli (SAP), Matthias Thoma (SAP)."Internet of Things Architecture, IoTIA Project Deliverable D2.2 – Concepts for Modelling IoTI Aware Processes"
10. Margara, Alessandro, and Gianpaolo Cugola. "Processing flows of information: from data stream to complex event processing." Proceedings of the 5<sup>th</sup> ACM international Conference on Distributed eventlbased system. New York: ACM, 2011. P. 359-360



## ANEXOS

- **Código ejecutado para el protocolo AODV con persona:**

```
proc SetPt { coverage } {
set Gt [Antenna/OmniAntenna set Gt_]
set Gr [Antenna/OmniAntenna set Gr_]
set ht [Antenna/OmniAntenna set Z_]
set hr [Antenna/OmniAntenna set Z_]
set RXThresh [Phy/WirelessPhy set RXThresh_]
set d4 [expr pow($coverage,4)]
set Pt [expr ($RXThresh*$d4)/($Gt*$Gr*$ht*$ht*$hr*$hr)]
puts "La covertura de Transmision es [expr pow($d4,0.25)]"
return $Pt
}
# =====
# Definir opciones
# =====
set val(chan) Channel/WirelessChannel ;# channel type
set val(prop) Propagation/TwoRayGround ;# radio-propagation model
set val(netif) Phy/WirelessPhy ;# network interface type
set val(mac) Mac/802_11 ;# MAC type
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue ;# interface queue type
set val(ll) LL ;# link layer type
set val(ant) Antenna/OmniAntenna ;# antenna model
set val(ifqlen) 50 ;# max packet in ifq
set val(nn) 24 ;# number of mobilenodes
set val(rp) AODV ;# routing protocol
set val(x) 40 ;# X dimension of the topography
set val(y) 40 ;# Y dimension of the topography
set val(seed) 0.0;
set val(stop) 300.0;

# ----- Parametreo de Configuracion Antena -----
set val(MNcoverage) 100.0; # <-----para AODV 20-----para NOAH 30----- Modificar
Covertura en Metros
# Asignación parámetros físicos de las antenas de los nodos
Antenna/OmniAntenna set X_ 0
Antenna/OmniAntenna set Y_ 0
Antenna/OmniAntenna set Z_ 1.5
Antenna/OmniAntenna set Gt_ 0.2
Antenna/OmniAntenna set Gr_ 0.2
# Inicialización de los parámetros del interfaz radio de los nodos
Phy/WirelessPhy set CPTthresh_ 10.0
Phy/WirelessPhy set CSTthresh_ 1.559e-11
Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-10
#Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-2
Phy/WirelessPhy set freq_ 914e+6
```

```

Phy/WirelessPhy set L_ 1.0
Phy/WirelessPhy set Pt_ [SetPt $val(MNcoverage)] ;# asigna la potencia trnsmitida a
# partir de la funciÃ³n previamente definida
# -----
#
set ns_ [new Simulator]
set tracefd [open anotacion.tr w]
set namtrace [open anotacion.nam w]

$ns_ trace-all $tracefd
$ns_ namtrace-all-wireless $namtrace $val(x) $val(y)

# set up topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
#
# Create God
#
create-god $val(nn)
#Usamos el nuevo formato de traza
$ns_ use-newtrace

#configure node
$ns_ node-config -adhocRouting $val(rp) \
-lIType $val(ll) \
-macType $val(mac) \
-ifqType $val(ifq) \
-ifqLen $val(ifqlen) \
-antType $val(ant) \
-propType $val(prop) \
-phyType $val(netif) \
-channelType $val(chan) \
-topoInstance $topo \
-agentTrace ON \
-routerTrace ON \
-macTrace OFF \
-movementTrace OFF

for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
set node_($i) [$ns_ node]
$node_($i) random-motion 0 ;# disable random motion
}

#$ns_ node-config -initialEnergy 5
#set node_(4) [$ns_ node]
#$node_(4) random-motion 0

#
# Provide initial (X,Y, for now Z=0) co-ordinates for mobilenodes

```

#  
\$node\_(0) set X\_ 5.0#Persona  
\$node\_(0) set Y\_ 2.0  
\$node\_(0) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(1) set X\_ 20.0# Modem  
\$node\_(1) set Y\_ 18.0  
\$node\_(1) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(2) set X\_ 7.0#Bombillo 1  
\$node\_(2) set Y\_ 34.0  
\$node\_(2) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(3) set X\_ 33.0#Bombillo 2  
\$node\_(3) set Y\_ 34.0  
\$node\_(3) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(4) set X\_ 37.0#Bombillo 3  
\$node\_(4) set Y\_ 20.0  
\$node\_(4) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(5) set X\_ 33.0#Bombillo 4  
\$node\_(5) set Y\_ 5.0  
\$node\_(5) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(6) set X\_ 15.0#Bombillo 5  
\$node\_(6) set Y\_ 5.0  
\$node\_(6) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(7) set X\_ 3.0#Bombillo 6  
\$node\_(7) set Y\_ 10.0  
\$node\_(7) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(8) set X\_ 5.0#Bombillo 7  
\$node\_(8) set Y\_ 20.0  
\$node\_(8) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(9) set X\_ 5.0#Bombillo 8  
\$node\_(9) set Y\_ 25.0  
\$node\_(9) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(10) set X\_ 0.0#Toma 1  
\$node\_(10) set Y\_ 40.0  
\$node\_(10) set Z\_ 0.0  
  
\$node\_(11) set X\_ 15.0#Toma 2  
\$node\_(11) set Y\_ 40.0  
\$node\_(11) set Z\_ 0.0

\$node\_(12) set X\_ 25.0#Toma 3  
\$node\_(12) set Y\_ 40.0  
\$node\_(12) set Z\_ 0.0

\$node\_(13) set X\_ 40.0#Toma 4  
\$node\_(13) set Y\_ 40.0  
\$node\_(13) set Z\_ 0.0

\$node\_(14) set X\_ 37.0#Toma 5  
\$node\_(14) set Y\_ 25.0  
\$node\_(14) set Z\_ 0.0

\$node\_(15) set X\_ 33.0#Toma 6  
\$node\_(15) set Y\_ 15.0  
\$node\_(15) set Z\_ 0.0

\$node\_(16) set X\_ 25.0#Toma 7  
\$node\_(16) set Y\_ 12.0  
\$node\_(16) set Z\_ 0.0

\$node\_(17) set X\_ 40.0#Toma 8  
\$node\_(17) set Y\_ 5.0  
\$node\_(17) set Z\_ 0.0

\$node\_(18) set X\_ 25.0#Toma 9  
\$node\_(18) set Y\_ 0.0  
\$node\_(18) set Z\_ 0.0

\$node\_(19) set X\_ 3.0#Toma 10  
\$node\_(19) set Y\_ 5.0  
\$node\_(19) set Z\_ 0.0

\$node\_(20) set X\_ 1.0#Toma 11  
\$node\_(20) set Y\_ 15.0  
\$node\_(20) set Z\_ 0.0

\$node\_(21) set X\_ 10.0#toma 12  
\$node\_(21) set Y\_ 18.0  
\$node\_(21) set Z\_ 0.0

\$node\_(22) set X\_ 10.0#Toma 13  
\$node\_(22) set Y\_ 27.0  
\$node\_(22) set Z\_ 0.0

\$node\_(23) set X\_ 0.0#Humo 1  
\$node\_(23) set Y\_ 5.0  
\$node\_(23) set Z\_ 0.0

#-----Tráfico 1 -----

```
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(0) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(1) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 0.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 2 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(2) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(3) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 20.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 3 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(4) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(5) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 40.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 4 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(6) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(7) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 60.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 5 -----
set tcp [new Agent/TCP]
```

```
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(8) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(9) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 80.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 6 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(10) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(11) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 100.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(12) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(13) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 120.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 8 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(14) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(15) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 140.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 9 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
```



```
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(16) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(17) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 160.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 10 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(18) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(19) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 180.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 11 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(20) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(21) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 200.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 12 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(22) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(23) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 220.1 "$ftp start"
```

```
#Movimientos
$ns_ at 1.0 "$node_(0) setdest 36.0 2.0 10.0";#persona
$ns_ at 10.0 "$node_(0) setdest 36.0 9.0 10.0";#Persona
$ns_ at 30.0 "$node_(0) setdest 15.0 9.0 10.0";#Persona
```



```

$ns_ at 40.0 "$node_(0) setdest 1.0 11.0 10.0";#Persona
$ns_ at 50.0 "$node_(0) setdest 1.0 8.0 10.0";#Persona
$ns_ at 60.0 "$node_(0) setdest 15.0 8.0 10.0";#persona
$ns_ at 70.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
$ns_ at 80.0 "$node_(0) setdest 5.0 20.0 10.0";#Persona
$ns_ at 90.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
$ns_ at 100.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 110.0 "$node_(0) setdest 5.0 25.0 10.0";#persona
$ns_ at 120.0 "$node_(0) setdest 5.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 130.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 140.0 "$node_(0) setdest 36.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 150.0 "$node_(0) setdest 36.0 15.0 10.0";#Persona
$ns_ at 160.0 "$node_(0) setdest 25.0 15.0 10.0";#Persona
$ns_ at 170.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#persona
$ns_ at 180.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 190.0 "$node_(0) setdest 20.0 38.0 10.0";#Persona
$ns_ at 200.0 "$node_(0) setdest 36.0 38.0 10.0";#Persona
$ns_ at 210.0 "$node_(0) setdest 36.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 220.0 "$node_(0) setdest 20.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 230.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#persona
$ns_ at 240.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 250.0 "$node_(0) setdest 15.0 39.0 10.0";#Persona
$ns_ at 260.0 "$node_(0) setdest 1.0 39.0 10.0";#Persona
$ns_ at 270.0 "$node_(0) setdest 1.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 280.0 "$node_(0) setdest 15.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 290.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#persona
$ns_ at 298.0 "$node_(0) setdest 21.0 18.0 10.0";#Persona

```

```

#define el tamaño del nodo en el nam, si no pones esto no aparece nada en el nam
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
# 20 defines the node size in nam, must adjust it according to your scenario
# The function must be called after mobility model is defined
$ns_ initial_node_pos $node_($i) 2
}

```

```

# Telling nodes when the simulation ends
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ at $val(stop) "$node_($i) reset";
}

```

```

# ending nam and the simulation
$ns_ at $val(stop) "$ns_ nam-end-wireless $val(stop)"
$ns_ at $val(stop) "stop"
$ns_ at 300 "puts \"end simulation\" ; $ns_ halt"
proc stop {} {
    global ns_ tracefd namtrace
    $ns_ flush-trace
    close $tracefd
    close $namtrace
}

```

```

    exec nam anotacion.nam &
    exit 0
}

$ns_ run

```

- **Código ejecutado para el protocolo AODV sin persona:**

```

proc SetPt { coverage } {
    set Gt [Antenna/OmniAntenna set Gt_]
    set Gr [Antenna/OmniAntenna set Gr_]
    set ht [Antenna/OmniAntenna set Z_]
    set hr [Antenna/OmniAntenna set Z_]
    set RXThresh [Phy/WirelessPhy set RXThresh_]
    set d4 [expr pow($coverage,4)]
    set Pt [expr ($RXThresh*$d4)/($Gt*$Gr*$ht*$ht*$hr*$hr)]
    puts "La covertura de Transmision es [expr pow($d4,0.25)]"
    return $Pt
}
# =====
# Definir opciones
# =====
set val(chan) Channel/WirelessChannel ;# channel type
set val(prop) Propagation/TwoRayGround ;# radio-propagation model
set val(netif) Phy/WirelessPhy ;# network interface type
set val(mac) Mac/802_11 ;# MAC type
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue ;# interface queue type
set val(ll) LL ;# link layer type
set val(ant) Antenna/OmniAntenna ;# antenna model
set val(ifqlen) 50 ;# max packet in ifq
set val(nn) 24 ;# number of mobilenodes
set val(rp) AODV ;# routing protocol
set val(x) 40 ;# X dimension of the topography
set val(y) 40 ;# Y dimension of the topography
set val(seed) 0.0;
set val(stop) 300.0;

# ----- Parametro de Configuración Antena -----
set val(MNcoverage) 30.0; # <-----para AODV 20-----para NOAH 30----- Modificar
Covertura en Metros
# Asignación parámetros básicos de las antenas de los nodos
Antenna/OmniAntenna set X_ 0
Antenna/OmniAntenna set Y_ 0
Antenna/OmniAntenna set Z_ 1.5
Antenna/OmniAntenna set Gt_ 0.2
Antenna/OmniAntenna set Gr_ 0.2
# Inicialización de los parámetros del interfaz radio de los nodos
Phy/WirelessPhy set CPTthresh_ 10.0

```

```

Phy/WirelessPhy set CStresh_ 1.559e-11
Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-10
#Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-2
Phy/WirelessPhy set freq_ 914e+6
Phy/WirelessPhy set L_ 1.0
Phy/WirelessPhy set Pt_ [SetPt $val(MNcoverage)] ;# asigna la potencia trnsmitida a
# partir de la funciónn previamente definida
# -----
#
set ns_ [new Simulator]
set tracefd [open anotacion.tr w]
set namtrace [open anotacion.nam w]

$ns_ trace-all $tracefd
$ns_ namtrace-all-wireless $namtrace $val(x) $val(y)

# set up topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
#
# Create God
#
create-god $val(nn)
#Usamos el nuevo formato de traza
$ns_ use-newtrace

#configure node
$ns_ node-config -adhocRouting $val(rp) \
-llType $val(ll) \
-macType $val(mac) \
-ifqType $val(ifq) \
-ifqLen $val(ifqlen) \
-antType $val(ant) \
-propType $val(prop) \
-phyType $val(netif) \
-channelType $val(chan) \
-topoInstance $topo \
-agentTrace ON \
-routerTrace ON \
-macTrace OFF \
-movementTrace OFF

for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
set node_($i) [$ns_ node]
$node_($i) random-motion 0 ;# disable random motion
}

#$ns_ node-config -initialEnergy 5
#set node_(4) [$ns_ node]

```

```
#$node_(4) random-motion 0

#
# Provide initial (X,Y, for now Z=0) co-ordinates for mobilenodes
#
#$node_(0) set X_ 5.0#Persona
#$node_(0) set Y_ 2.0
#$node_(0) set Z_ 0.0

$node_(1) set X_ 20.0# Modem
$node_(1) set Y_ 18.0
$node_(1) set Z_ 0.0

$node_(2) set X_ 7.0#Bombillo 1
$node_(2) set Y_ 34.0
$node_(2) set Z_ 0.0

$node_(3) set X_ 33.0#Bombillo 2
$node_(3) set Y_ 34.0
$node_(3) set Z_ 0.0

$node_(4) set X_ 37.0#Bombillo 3
$node_(4) set Y_ 20.0
$node_(4) set Z_ 0.0

$node_(5) set X_ 33.0#Bombillo 4
$node_(5) set Y_ 5.0
$node_(5) set Z_ 0.0

$node_(6) set X_ 15.0#Bombillo 5
$node_(6) set Y_ 5.0
$node_(6) set Z_ 0.0

$node_(7) set X_ 3.0#Bombillo 6
$node_(7) set Y_ 10.0
$node_(7) set Z_ 0.0

$node_(8) set X_ 5.0#Bombillo 7
$node_(8) set Y_ 20.0
$node_(8) set Z_ 0.0

$node_(9) set X_ 5.0#Bombillo 8
$node_(9) set Y_ 25.0
$node_(9) set Z_ 0.0

$node_(10) set X_ 0.0#Toma 1
$node_(10) set Y_ 40.0
$node_(10) set Z_ 0.0
```

\$node\_(11) set X\_ 15.0#Toma 2  
\$node\_(11) set Y\_ 40.0  
\$node\_(11) set Z\_ 0.0

\$node\_(12) set X\_ 25.0#Toma 3  
\$node\_(12) set Y\_ 40.0  
\$node\_(12) set Z\_ 0.0

\$node\_(13) set X\_ 40.0#Toma 4  
\$node\_(13) set Y\_ 40.0  
\$node\_(13) set Z\_ 0.0

\$node\_(14) set X\_ 37.0#Toma 5  
\$node\_(14) set Y\_ 25.0  
\$node\_(14) set Z\_ 0.0

\$node\_(15) set X\_ 33.0#Toma 6  
\$node\_(15) set Y\_ 15.0  
\$node\_(15) set Z\_ 0.0

\$node\_(16) set X\_ 25.0#Toma 7  
\$node\_(16) set Y\_ 12.0  
\$node\_(16) set Z\_ 0.0

\$node\_(17) set X\_ 40.0#Toma 8  
\$node\_(17) set Y\_ 5.0  
\$node\_(17) set Z\_ 0.0

\$node\_(18) set X\_ 25.0#Toma 9  
\$node\_(18) set Y\_ 0.0  
\$node\_(18) set Z\_ 0.0

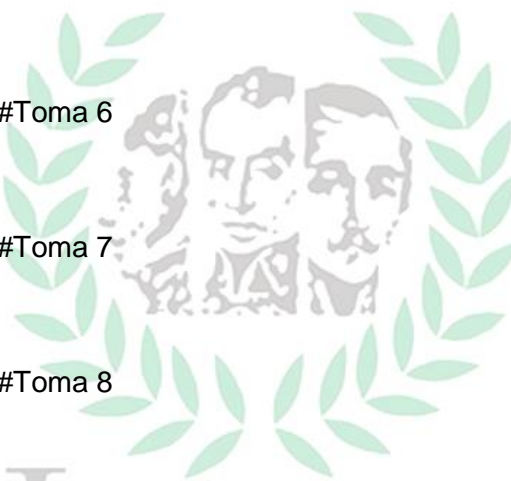
\$node\_(19) set X\_ 3.0#Toma 10  
\$node\_(19) set Y\_ 5.0  
\$node\_(19) set Z\_ 0.0

\$node\_(20) set X\_ 1.0#Toma 11  
\$node\_(20) set Y\_ 15.0  
\$node\_(20) set Z\_ 0.0

\$node\_(21) set X\_ 10.0#toma 12  
\$node\_(21) set Y\_ 18.0  
\$node\_(21) set Z\_ 0.0

\$node\_(22) set X\_ 10.0#Toma 13  
\$node\_(22) set Y\_ 27.0  
\$node\_(22) set Z\_ 0.0

\$node\_(23) set X\_ 0.0#Humo 1



```
$node_(23) set Y_ 5.0  
$node_(23) set Z_ 0.0
```

```
#-----Tráfico 1 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(2) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(3) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 0.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 2 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(4) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(5) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 20.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 3 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(6) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(7) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 40.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 4 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(8) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(9) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp
```



```
$ns_ at 60.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 5 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(10) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(11) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
```

```
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 80.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 6 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(12) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(13) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
```

```
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 100.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(14) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(15) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
```

```
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 120.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(16) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(17) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
```

```
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 140.1 "$ftp start"
```



```
#-----Tráfico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(18) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(19) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 160.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(20) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(21) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 180.1 "$ftp start"
```

```
#-----Trafico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(22) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(23) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 200.1 "$ftp start"
```

```
#Movimientos
#$ns_ at 1.0 "$node_(0) setdest 36.0 2.0 10.0 ";#persona
#$ns_ at 10.0 "$node_(0) setdest 36.0 9.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 30.0 "$node_(0) setdest 15.0 9.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 40.0 "$node_(0) setdest 1.0 11.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 50.0 "$node_(0) setdest 1.0 8.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 60.0 "$node_(0) setdest 15.0 8.0 10.0";#persona
#$ns_ at 70.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 80.0 "$node_(0) setdest 5.0 20.0 10.0";#Persona
```

```

# $ns_ at 90.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 100.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 110.0 "$node_(0) setdest 5.0 25.0 10.0";#persona
# $ns_ at 120.0 "$node_(0) setdest 5.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 130.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 140.0 "$node_(0) setdest 36.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 150.0 "$node_(0) setdest 36.0 15.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 160.0 "$node_(0) setdest 25.0 15.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 170.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#persona
# $ns_ at 180.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 190.0 "$node_(0) setdest 20.0 38.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 200.0 "$node_(0) setdest 36.0 38.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 210.0 "$node_(0) setdest 36.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 220.0 "$node_(0) setdest 20.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 230.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#persona
# $ns_ at 240.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 250.0 "$node_(0) setdest 15.0 39.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 260.0 "$node_(0) setdest 1.0 39.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 270.0 "$node_(0) setdest 1.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 280.0 "$node_(0) setdest 15.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 290.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#persona
# $ns_ at 298.0 "$node_(0) setdest 21.0 18.0 10.0";#Persona

```

```

# define el tamaño del nodo en el nam, si no pones esto no aparece nada en el nam
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
# 20 defines the node size in nam, must adjust it according to your scenario
# The function must be called after mobility model is defined
$ns_ initial_node_pos $node_($i) 2
}

```

```

# Telling nodes when the simulation ends
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ at $val(stop) "$node_($i) reset";
}

```

```

# ending nam and the simulation
$ns_ at $val(stop) "$ns_ nam-end-wireless $val(stop)"
$ns_ at $val(stop) "stop"
$ns_ at 300 "puts \"end simulation\" ; $ns_ halt"
proc stop {} {
    global ns_ tracefd namtrace
    $ns_ flush-trace
    close $tracefd
    close $namtrace
    exec nam anotacion.nam &
    exit 0
}

```

```

$ns_ run

```

- **Código ejecutado para el protocolo AOMDV con persona:**

```

proc SetPt { coverage } {
set Gt [Antenna/OmniAntenna set Gt_]
set Gr [Antenna/OmniAntenna set Gr_]
set ht [Antenna/OmniAntenna set Z_]
set hr [Antenna/OmniAntenna set Z_]
set RXThresh [Phy/WirelessPhy set RXThresh_]
set d4 [expr pow($coverage,4)]
set Pt [expr ($RXThresh*$d4)/($Gt*$Gr*$ht*$ht*$hr*$hr)]
puts "La covertura de Transmision es [expr pow($d4,0.25)]"
return $Pt
}

# =====
# Define options
# =====
set val(chan) Channel/WirelessChannel ;# channel type
set val(prop) Propagation/TwoRayGround ;# radio-propagation model
set val(netif) Phy/WirelessPhy ;# network interface type
set val(mac) Mac/802_11 ;# MAC type
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue ;# interface queue type
set val(ll) LL ;# link layer type
set val(ant) Antenna/OmniAntenna ;# antenna model
set val(ifqlen) 50 ;# max packet in ifq
set val(nn) 24 ;# number of mobilenodes
set val(rp) AOMDV ;# routing protocol
set val(x) 40 ;# X dimension of the topography
set val(y) 40 ;# Y dimension of the topography
set val(seed) 0.0;
set val(stop) 300.0;

# ----- Parametreo de Configuracion Antena -----
set val(MNcoverage) 30.0; # <-----para AODV 20-----para NOAH 30----- Modificar
Covertura en Metros
# Asignación parámetros básicas de las antenas de los nodos
Antenna/OmniAntenna set X_ 0
Antenna/OmniAntenna set Y_ 0
Antenna/OmniAntenna set Z_ 1.5
Antenna/OmniAntenna set Gt_ 0.2
Antenna/OmniAntenna set Gr_ 0.2
# Inicialización de los parámetros del interfaz radio de los nodos
Phy/WirelessPhy set CPTthresh_ 10.0
Phy/WirelessPhy set CSTthresh_ 1.559e-11
Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-10
#Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-2
Phy/WirelessPhy set freq_ 914e+6
Phy/WirelessPhy set L_ 1.0

```

```

Phy/WirelessPhy set Pt_ [SetPt $val(MNcoverage)] ;# asigna la potencia trnsmitida a
# partir de la función previamente definida
# -----
#
set ns_ [new Simulator]
set tracefd [open anotacion.tr w]
set namtrace [open anotacion.nam w]

$ns_ trace-all $tracefd
$ns_ namtrace-all-wireless $namtrace $val(x) $val(y)

# set up topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
#
# Create God
#
create-god $val(nn)
#Usamos el nuevo formato de traza
$ns_ use-newtrace

#configure node
$ns_ node-config -adhocRouting $val(rp) \
-lIType $val(ll) \
-macType $val(mac) \
-ifqType $val(ifq) \
-ifqLen $val(ifqlen) \
-antType $val(ant) \
-propType $val(prop) \
-phyType $val(netif) \
-channelType $val(chan) \
-topoInstance $topo \
-agentTrace ON \
-routerTrace ON \
-macTrace OFF \
-movementTrace OFF

for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
set node_($i) [$ns_ node]
$node_($i) random-motion 0 ;# disable random motion
}

#$ns_ node-config -initialEnergy 5
#set node_(4) [$ns_ node]
#$node_(4) random-motion 0

#
# Provide initial (X,Y, for now Z=0) co-ordinates for mobilenodes
#

```

\$node\_(0) set X\_ 5.0#Persona  
\$node\_(0) set Y\_ 2.0  
\$node\_(0) set Z\_ 0.0

\$node\_(1) set X\_ 20.0# Modem  
\$node\_(1) set Y\_ 18.0  
\$node\_(1) set Z\_ 0.0

\$node\_(2) set X\_ 7.0#Bombillo 1  
\$node\_(2) set Y\_ 34.0  
\$node\_(2) set Z\_ 0.0

\$node\_(3) set X\_ 33.0#Bombillo 2  
\$node\_(3) set Y\_ 34.0  
\$node\_(3) set Z\_ 0.0

\$node\_(4) set X\_ 37.0#Bombillo 3  
\$node\_(4) set Y\_ 20.0  
\$node\_(4) set Z\_ 0.0

\$node\_(5) set X\_ 33.0#Bombillo 4  
\$node\_(5) set Y\_ 5.0  
\$node\_(5) set Z\_ 0.0

\$node\_(6) set X\_ 15.0#Bombillo 5  
\$node\_(6) set Y\_ 5.0  
\$node\_(6) set Z\_ 0.0

\$node\_(7) set X\_ 3.0#Bombillo 6  
\$node\_(7) set Y\_ 10.0  
\$node\_(7) set Z\_ 0.0

\$node\_(8) set X\_ 5.0#Bombillo 7  
\$node\_(8) set Y\_ 20.0  
\$node\_(8) set Z\_ 0.0

\$node\_(9) set X\_ 5.0#Bombillo 8  
\$node\_(9) set Y\_ 25.0  
\$node\_(9) set Z\_ 0.0

\$node\_(10) set X\_ 0.0#Toma 1  
\$node\_(10) set Y\_ 40.0  
\$node\_(10) set Z\_ 0.0

\$node\_(11) set X\_ 15.0#Toma 2  
\$node\_(11) set Y\_ 40.0  
\$node\_(11) set Z\_ 0.0

\$node\_(12) set X\_ 25.0#Toma 3



\$node\_(12) set Y\_ 40.0  
\$node\_(12) set Z\_ 0.0

\$node\_(13) set X\_ 40.0#Toma 4  
\$node\_(13) set Y\_ 40.0  
\$node\_(13) set Z\_ 0.0

\$node\_(14) set X\_ 37.0#Toma 5  
\$node\_(14) set Y\_ 25.0  
\$node\_(14) set Z\_ 0.0

\$node\_(15) set X\_ 33.0#Toma 6  
\$node\_(15) set Y\_ 15.0  
\$node\_(15) set Z\_ 0.0

\$node\_(16) set X\_ 25.0#Toma 7  
\$node\_(16) set Y\_ 12.0  
\$node\_(16) set Z\_ 0.0

\$node\_(17) set X\_ 40.0#Toma 8  
\$node\_(17) set Y\_ 5.0  
\$node\_(17) set Z\_ 0.0

\$node\_(18) set X\_ 25.0#Toma 9  
\$node\_(18) set Y\_ 0.0  
\$node\_(18) set Z\_ 0.0

\$node\_(19) set X\_ 3.0#Toma 10  
\$node\_(19) set Y\_ 5.0  
\$node\_(19) set Z\_ 0.0

\$node\_(20) set X\_ 1.0#Toma 11  
\$node\_(20) set Y\_ 15.0  
\$node\_(20) set Z\_ 0.0

\$node\_(21) set X\_ 10.0#toma 12  
\$node\_(21) set Y\_ 18.0  
\$node\_(21) set Z\_ 0.0

\$node\_(22) set X\_ 10.0#Toma 13  
\$node\_(22) set Y\_ 27.0  
\$node\_(22) set Z\_ 0.0

\$node\_(23) set X\_ 0.0#Humo 1  
\$node\_(23) set Y\_ 5.0  
\$node\_(23) set Z\_ 0.0

#-----Tráfico 1 -----  
set tcp [new Agent/TCP]





```
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(0) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(1) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 0.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 2 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(2) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(3) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 20.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 3 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(4) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(5) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 40.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 4 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(6) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(7) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 60.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 5 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
```

```
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(8) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(9) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 80.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 6 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(10) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(11) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 100.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(12) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(13) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 120.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 8 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(14) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(15) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 140.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 9 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
```



```
$ns_ attach-agent $node_(16) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(17) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 160.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 10 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(18) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(19) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 180.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 11 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(20) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(21) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 200.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 12 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(22) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(23) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 220.1 "$ftp start"
```

```
#Movimientos
$ns_ at 1.0 "$node_(0) setdest 36.0 2.0 10.0";#persona
$ns_ at 10.0 "$node_(0) setdest 36.0 9.0 10.0";#Persona
$ns_ at 30.0 "$node_(0) setdest 15.0 9.0 10.0";#Persona
$ns_ at 40.0 "$node_(0) setdest 1.0 11.0 10.0";#Persona
```

```

$ns_ at 50.0 "$node_(0) setdest 1.0 8.0 10.0";#Persona
$ns_ at 60.0 "$node_(0) setdest 15.0 8.0 10.0";#persona
$ns_ at 70.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
$ns_ at 80.0 "$node_(0) setdest 5.0 20.0 10.0";#Persona
$ns_ at 90.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
$ns_ at 100.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 110.0 "$node_(0) setdest 5.0 25.0 10.0";#persona
$ns_ at 120.0 "$node_(0) setdest 5.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 130.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 140.0 "$node_(0) setdest 36.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 150.0 "$node_(0) setdest 36.0 15.0 10.0";#Persona
$ns_ at 160.0 "$node_(0) setdest 25.0 15.0 10.0";#Persona
$ns_ at 170.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#persona
$ns_ at 180.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 190.0 "$node_(0) setdest 20.0 38.0 10.0";#Persona
$ns_ at 200.0 "$node_(0) setdest 36.0 38.0 10.0";#Persona
$ns_ at 210.0 "$node_(0) setdest 36.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 220.0 "$node_(0) setdest 20.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 230.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#persona
$ns_ at 240.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
$ns_ at 250.0 "$node_(0) setdest 15.0 39.0 10.0";#Persona
$ns_ at 260.0 "$node_(0) setdest 1.0 39.0 10.0";#Persona
$ns_ at 270.0 "$node_(0) setdest 1.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 280.0 "$node_(0) setdest 15.0 30.0 10.0";#Persona
$ns_ at 290.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#persona
$ns_ at 298.0 "$node_(0) setdest 21.0 18.0 10.0";#Persona

```

```

#define el tamaño del nodo en el nam, si no pones esto no aparece nada en el nam
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
# 20 defines the node size in nam, must adjust it according to your scenario
# The function must be called after mobility model is defined
$ns_ initial_node_pos $node_($i) 2
}

```

```

# Telling nodes when the simulation ends
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ at $val(stop) "$node_($i) reset";
}

```

```

# ending nam and the simulation
$ns_ at $val(stop) "$ns_ nam-end-wireless $val(stop)"
$ns_ at $val(stop) "stop"
$ns_ at 300 "puts \"end simulation\" ; $ns_ halt"
proc stop {} {
    global ns_ tracefd namtrace
    $ns_ flush-trace
    close $tracefd
    close $namtrace
    exec nam anotacion.nam &
}

```

```

    exit 0
}

$ns_ run

```

- **Código ejecutado para el protocolo AOMDV sin persona:**

```

proc SetPt { coverage } {
    set Gt [Antenna/OmniAntenna set Gt_]
    set Gr [Antenna/OmniAntenna set Gr_]
    set ht [Antenna/OmniAntenna set Z_]
    set hr [Antenna/OmniAntenna set Z_]
    set RXThresh [Phy/WirelessPhy set RXThresh_]
    set d4 [expr pow($coverage,4)]
    set Pt [expr ($RXThresh*$d4)/($Gt*$Gr*$ht*$ht*$hr*$hr)]
    puts "La coertura de Transmision es [expr pow($d4,0.25)]"
    return $Pt
}

# =====
# Define options
# =====

set val(chan) Channel/WirelessChannel ;# channel type
set val(prop) Propagation/TwoRayGround ;# radio-propagation model
set val(netif) Phy/WirelessPhy ;# network interface type
set val(mac) Mac/802_11 ;# MAC type
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue ;# interface queue type
set val(ll) LL ;# link layer type
set val(ant) Antenna/OmniAntenna ;# antenna model
set val(ifqlen) 50 ;# max packet in ifq
set val(nn) 24 ;# number of mobilenodes
set val(rp) AOMDV ;# routing protocol
set val(x) 40 ;# X dimension of the topography
set val(y) 40 ;# Y dimension of the topography
set val(seed) 0.0;
set val(stop) 300.0;

# ----- Parametreo de Configuracion Antena -----
set val(MNcoverage) 30.0; # <-----para AODV 20-----para NOAH 30----- Modificar
Coertura en Metros
# Asignaci3n par3metros b3sicos de las antenas de los nodos
Antenna/OmniAntenna set X_ 0
Antenna/OmniAntenna set Y_ 0
Antenna/OmniAntenna set Z_ 1.5
Antenna/OmniAntenna set Gt_ 0.2
Antenna/OmniAntenna set Gr_ 0.2
# Inicializaci3n de los par3metros del interfaz radio de los nodos
Phy/WirelessPhy set CPTthresh_ 10.0
Phy/WirelessPhy set CStresh_ 1.559e-11

```

```

Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-10
#Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-2
Phy/WirelessPhy set freq_ 914e+6
Phy/WirelessPhy set L_ 1.0
Phy/WirelessPhy set Pt_ [SetPt $val(MNcoverage)] ;# asigna la potencia trnsmitida a
# partir de la funciÃ³n previamente definida
# -----
#
set ns_ [new Simulator]
set tracefd [open anotacion.tr w]
set namtrace [open anotacion.nam w]

$ns_ trace-all $tracefd
$ns_ namtrace-all-wireless $namtrace $val(x) $val(y)

# set up topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
#
# Create God
#
create-god $val(nn)
#Usamos el nuevo formato de traza
$ns_ use-newtrace

#configure node
$ns_ node-config -adhocRouting $val(rp) \
-llType $val(ll) \
-macType $val(mac) \
-ifqType $val(ifq) \
-ifqLen $val(ifqlen) \
-antType $val(ant) \
-propType $val(prop) \
-phyType $val(netif) \
-channelType $val(chan) \
-topoInstance $topo \
-agentTrace ON \
-routerTrace ON \
-macTrace OFF \
-movementTrace OFF

for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
set node_($i) [$ns_ node]
$node_($i) random-motion 0 ;# disable random motion
}

#$ns_ node-config -initialEnergy 5
#set node_(4) [$ns_ node]
#$node_(4) random-motion 0

```

```
#
# Provide initial (X,Y, for now Z=0) co-ordinates for mobilenodes
#
#$node_(0) set X_ 5.0#Persona
#$node_(0) set Y_ 2.0
#$node_(0) set Z_ 0.0

$node_(1) set X_ 20.0# Modem
$node_(1) set Y_ 18.0
$node_(1) set Z_ 0.0

$node_(2) set X_ 7.0#Bombillo 1
$node_(2) set Y_ 34.0
$node_(2) set Z_ 0.0

$node_(3) set X_ 33.0#Bombillo 2
$node_(3) set Y_ 34.0
$node_(3) set Z_ 0.0

$node_(4) set X_ 37.0#Bombillo 3
$node_(4) set Y_ 20.0
$node_(4) set Z_ 0.0

$node_(5) set X_ 33.0#Bombillo 4
$node_(5) set Y_ 5.0
$node_(5) set Z_ 0.0

$node_(6) set X_ 15.0#Bombillo 5
$node_(6) set Y_ 5.0
$node_(6) set Z_ 0.0

$node_(7) set X_ 3.0#Bombillo 6
$node_(7) set Y_ 10.0
$node_(7) set Z_ 0.0

$node_(8) set X_ 5.0#Bombillo 7
$node_(8) set Y_ 20.0
$node_(8) set Z_ 0.0

$node_(9) set X_ 5.0#Bombillo 8
$node_(9) set Y_ 25.0
$node_(9) set Z_ 0.0

$node_(10) set X_ 0.0#Toma 1
$node_(10) set Y_ 40.0
$node_(10) set Z_ 0.0

$node_(11) set X_ 15.0#Toma 2
```

\$node\_(11) set Y\_ 40.0  
\$node\_(11) set Z\_ 0.0

\$node\_(12) set X\_ 25.0#Toma 3  
\$node\_(12) set Y\_ 40.0  
\$node\_(12) set Z\_ 0.0

\$node\_(13) set X\_ 40.0#Toma 4  
\$node\_(13) set Y\_ 40.0  
\$node\_(13) set Z\_ 0.0

\$node\_(14) set X\_ 37.0#Toma 5  
\$node\_(14) set Y\_ 25.0  
\$node\_(14) set Z\_ 0.0

\$node\_(15) set X\_ 33.0#Toma 6  
\$node\_(15) set Y\_ 15.0  
\$node\_(15) set Z\_ 0.0

\$node\_(16) set X\_ 25.0#Toma 7  
\$node\_(16) set Y\_ 12.0  
\$node\_(16) set Z\_ 0.0

\$node\_(17) set X\_ 40.0#Toma 8  
\$node\_(17) set Y\_ 5.0  
\$node\_(17) set Z\_ 0.0

\$node\_(18) set X\_ 25.0#Toma 9  
\$node\_(18) set Y\_ 0.0  
\$node\_(18) set Z\_ 0.0

\$node\_(19) set X\_ 3.0#Toma 10  
\$node\_(19) set Y\_ 5.0  
\$node\_(19) set Z\_ 0.0

\$node\_(20) set X\_ 1.0#Toma 11  
\$node\_(20) set Y\_ 15.0  
\$node\_(20) set Z\_ 0.0

\$node\_(21) set X\_ 10.0#toma 12  
\$node\_(21) set Y\_ 18.0  
\$node\_(21) set Z\_ 0.0

\$node\_(22) set X\_ 10.0#Toma 13  
\$node\_(22) set Y\_ 27.0  
\$node\_(22) set Z\_ 0.0

\$node\_(23) set X\_ 0.0#Humo 1  
\$node\_(23) set Y\_ 5.0





```
$node_(23) set Z_ 0.0
```

```
#-----Tráfico 1 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(2) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(3) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 0.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 2-----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(4) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(5) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 20.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 3 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(6) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(7) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 40.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 4 -----
```

```
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(8) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(9) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 60.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 5 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(10) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(11) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 80.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 6 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(12) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(13) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 100.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(14) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(15) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 120.1 "$ftp start"
```

```
#-----Tráfico 7 -----  
set tcp [new Agent/TCP]  
$tcp set class_ 2  
set sink [new Agent/TCPSink]  
$ns_ attach-agent $node_(16) $tcp  
$ns_ attach-agent $node_(17) $sink  
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]  
$ftp attach-agent $tcp  
$ns_ at 140.1 "$ftp start"
```



```
#-----Tráfico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(18) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(19) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 160.1 "$ftp start"
```

```
#-----Trafico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(20) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(21) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 180.1 "$ftp start"
```

```
#-----Trafico 7 -----
set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_ 2
set sink [new Agent/TCPSink]
$ns_ attach-agent $node_(22) $tcp
$ns_ attach-agent $node_(23) $sink
$ns_ connect $tcp $sink
```

```
set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_ at 200.1 "$ftp start"
```

```
#Movimientos
#$ns_ at 1.0 "$node_(0) setdest 36.0 2.0 10.0";#persona
#$ns_ at 10.0 "$node_(0) setdest 36.0 9.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 30.0 "$node_(0) setdest 15.0 9.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 40.0 "$node_(0) setdest 1.0 11.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 50.0 "$node_(0) setdest 1.0 8.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 60.0 "$node_(0) setdest 15.0 8.0 10.0";#persona
#$ns_ at 70.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 80.0 "$node_(0) setdest 5.0 20.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 90.0 "$node_(0) setdest 15.0 20.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 100.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
#$ns_ at 110.0 "$node_(0) setdest 5.0 25.0 10.0";#persona
#$ns_ at 120.0 "$node_(0) setdest 5.0 23.0 10.0";#Persona
```

```

# $ns_ at 130.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 140.0 "$node_(0) setdest 36.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 150.0 "$node_(0) setdest 36.0 15.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 160.0 "$node_(0) setdest 25.0 15.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 170.0 "$node_(0) setdest 25.0 23.0 10.0";#persona
# $ns_ at 180.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 190.0 "$node_(0) setdest 20.0 38.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 200.0 "$node_(0) setdest 36.0 38.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 210.0 "$node_(0) setdest 36.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 220.0 "$node_(0) setdest 20.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 230.0 "$node_(0) setdest 18.0 23.0 10.0";#persona
# $ns_ at 240.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 250.0 "$node_(0) setdest 15.0 39.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 260.0 "$node_(0) setdest 1.0 39.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 270.0 "$node_(0) setdest 1.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 280.0 "$node_(0) setdest 15.0 30.0 10.0";#Persona
# $ns_ at 290.0 "$node_(0) setdest 15.0 23.0 10.0";#persona
# $ns_ at 298.0 "$node_(0) setdest 21.0 18.0 10.0";#Persona

```

#define el tamaño del nodo en el nam, si no pones esto no aparece nada en el nam  
for {set i 0} {\$i < \$val(nn)} {incr i} {  
# 20 defines the node size in nam, must adjust it according to your scenario  
# The function must be called after mobility model is defined  
\$ns\_ initial\_node\_pos \$node\_(\$i) 2  
}

```

# Telling nodes when the simulation ends
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns_ at $val(stop) "$node_($i) reset";
}

```

# ending nam and the simulation

```

$ns_ at $val(stop) "$ns_ nam-end-wireless $val(stop)"
$ns_ at $val(stop) "stop"
$ns_ at 300 "puts \"end simulation\" ; $ns_ halt"

```

```

proc stop {} {
    global ns_ tracefd namtrace
    $ns_ flush-trace
    close $tracefd
    close $namtrace
    exec nam anotacion.nam &
    exit 0
}

```

```

$ns_ run

```



Los Libertadores  
Fundación Universitaria